GESAMTBERICHT
ZWEITE WELTKRAFTKONFERENZ

TRANSACTIONS
SECOND WORLD POWER CONFERENCE

COMPTE RENDU
DEUXIÈME CONFÉRENCE MONDIALE DE L'ÉNERGIE

BERLIN 1930



BAND X

Wasserkraftwirtschaft und wasserrechtliche Fragen

Water Power Development and Legislation

Économie de l'énergie hydraulique et questions juridiques relatives à l'utilisation des eaux



VDI-VERLAG GMBH
BERLIN NW 7

3628

BAND X

INHALTVERZEICHNIS
TABLE OF CONTENTS
TABLE DES MATIÈRES

Section 16

Wasserkraftwirtschaft in einzelnen Ländern
The Water Power Industry in Individual Countries
Économie de l'énergie hydraulique dans différents pays

Section 24

Wasserrechtliche Fragen
Problems Relating to Water Rights
Questions juridiques relatives à l'utilisation des eaux

Section 16

WASSERKRAFTWIRTSCHAFT IN EINZELNEN LÄNDERN

THE WATER POWER INDUSTRY IN INDIVIDUAL COUNTRIES

ÉCONOMIE DE L'ÉNERGIE HYDRAULIQUE DANS DIFFÉRENTS PAYS

Vorsitzender — Chairman — Président

Viscount Dr.-Ing. T. Inouyé (Japan)

Stellvertr. Vorsitzender — Vice Chairman — Vice-Président

Pedro M. Gonzales Quijano (Spanien)

Beisitzer — Assistant — Assesseur

Dr.-Ing. O. Helmle (Deutschland)

Generalberichterstatter — General Reporter — Rapporteur Général

Ministerialrat Dr.-Ing. F. Krieger (Deutschland)

Argentinien

Die Gezeiten als Kraftquelle in Argentinien

Argentinisches Nationalkomitee

Ing. M. E. Piaggio

Die Besorgnis um die abnehmenden Kohle- und Petroleumbestände und ihre immer kostspieliger werdende Förderung führte in den letzten Jahren zum Studium rationeller Produktionsmethoden und der Regelung des Absatzes; außerdem erwog man die Möglichkeit, neue Kraftquellen zugänglich zu machen.

Unter diese zählt man die Wasserkräfte, die man sich in Form von Niveauunterschieden in den Flüssen oder in dem Wechsel der Gezeiten dienstbar machen kann.

Die Ausbeutung der Flußgefälle war anfangs nur bei allergünstigsten Bedingungen möglich; doch ist man heutzutage so weit vorgeschritten, daß man imstande ist, schon aus Niveauunterschieden von nur 1 oder 2 m Kraft zu gewinnen.

Abgesehen von den alten französischen Gezeitenmühlen und einigen anderen Anlagen, hat man bis heute noch kaum von den Gezeiten als Energiequelle Gebrauch gemacht. Man benötigt nämlich dafür ausgedehnte Anlagen, die an Orten liegen müssen, wo sich ein bedeutender Unterschied zwischen Hochwasser und Niedrigwasser ergibt und die zugleich eine günstige Küstenbeschaffenheit bieten.

Der zur Energiegewinnung benötigte Turbinentyp befindet sich noch im Versuchsstadium, außerdem kann der Kraftstrom in einem Gezeitenkraftwerk kein gleichmäßiger sein.

Alle diese Schwierigkeiten haben eine Ausführung solcher Anlagen immer wieder hinausschieben lassen. Der Fortschritt in der Elektrotechnik und in der Ausbeutung niedriger Wassergefälle sowie die Ausbildung eines Netzes von Überlandleitungen und das Zusammenarbeiten der thermo- und hydroelektrischen Zentralen haben jedoch eine Lösung genannter Schwierigkeiten in greifbare Nähe gerückt.

In Frankreich ist bereits bei Aber Vrach der Bau eines Gezeitenkraftwerkes in Angriff genommen worden. Auch in England sind von staatlicher und privater Seite Studien gemacht worden, um ein Gezeitenkraftwerk an der Mündung des Severn zu errichten.

Möglichkeit der Nutzbarmachung der Gezeiten an der Patagonischen Küste

Argentinien ist eines der Länder, an dessen Küsten sich ein Unterschied zwischen Hochwasser und Niedrigwasser (Gezeitenhub) einstellt, der bedeutend genug ist, um den Bau eines Gezeitenkraftwerkes ins Auge zu fassen. Die Küste Patagoniens, welche sich südlich von Bahia Blanca bis zur Magelhaenstraße erstreckt, bietet Flußmündungen und Buchten, in welchen der Wasserspiegel zwischen 2 und 12 m schwankt; dazu ist ihre Küstenbeschaffenheit teilweise so günstig, daß man sie verhältnismäßig leicht wird abschließen können.

Ein Antrag der „Academia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales" führte bei der Argentinischen Regierung zur Ernennung einer Kommission von argentinischen Sachverständigen zum Zwecke der Untersuchung der Patagonischen Küste auf die Ausnutzung der Gezeiten.

Ausgeführte Studien

Aus den Untersuchungen der Sachverständigen ergab sich, daß die Mündung des Deseado-Flusses und der Golf von San José die geeignetsten Punkte zur Ausführung von Gezeitenkraftzentralen sind, und daß für die Erkenntnis der Möglichkeiten in Rio Gallegos, Santa Cruz und San Julian mit ihren kolossalen Gezeiten noch weitere Vorstudien notwendig sind (Abb. 1). Die Mündung des Deseado ließe sich durch einen vollkommenen Abschluß, bei Vorsehung einer Schleuse für die Schiffahrt, in ein Staubecken umwandeln. Außerdem ließe sich dort in einer Nebenbucht der Mündung ein kleines Werk anlegen, welches als Versuchswerk von Wichtigkeit sein könnte. Der Verfasser verfertigte zu dem Zwecke die Skizze eines Kraftwerkes von 50 kW, mit Vergleichsdaten über die verschiedenen Betriebssysteme.

Späterhin beauftragte der Leiter der Sachverständigenkommission, Prof. der Hydraulik *Julian Romero*, den Verfasser, die technischen und wirtschaftlichen Studien zur Nutzbarmachung des Golfes von San José auszuführen. Es ergab sich gleich nach den ersten Untersuchungen, daß es möglich ist, die Einfahrt genannten Golfes durch einen Sperrdamm abzuschließen, für dessen Länge, Tiefe und Baukosten sich ein annehmbares Resultat herausstellte. Man studierte nun die Arbeitszyklen, die passendsten Turbinen, deren Zahl und Anordnung, sowie die Maße der Wasserdurchlässe, die man braucht, um während jeder Ebbe und Flut die Wasserspiegel innerhalb und außerhalb des Golfes ausgleichen zu können. Da nun die Turbinen die Ausflußgeschwindigkeit des Wassers herabsetzen, stellte es sich heraus, daß die benötigte Zahl Turbinen und Ausflußöffnungen in dem Damm, trotz seiner 7 km Länge, nicht unterzubringen war. Man trachtete nun dies Hindernis zu beseitigen, indem man den Damm künstlich in die Länge zog, und die Turbinen in Reihen zu 4 oder 6 quer zu demselben setzte; aber das Ergebnis war unbefriedigend, und die Unkosten wären zu groß geworden.

Dr.-Ing. Romero schlug nun vor, die überschüssige Wassermenge, die man nicht durch die Turbinen leiten konnte, direkt durch die Ab-

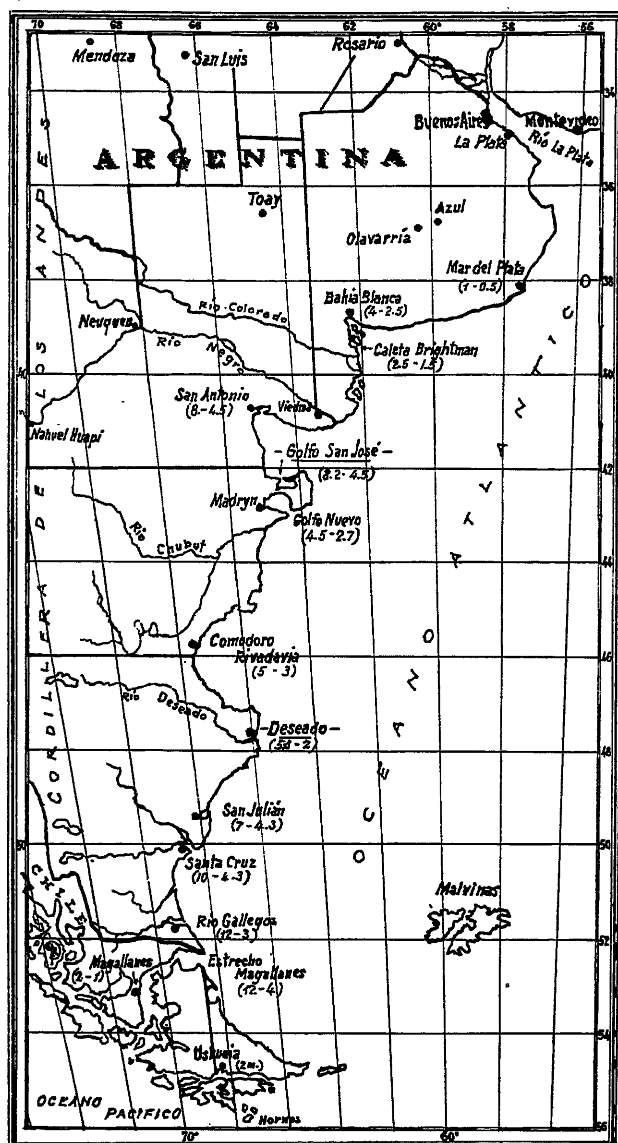


Abb. 1. Die Gezeitenkräfte in Argentinien — Gezeitenhöhen.

zugsleitungen derselben fließen zu lassen. Es entsteht auf diese Weise ein dynamisches Sauggefälle in den Saugrohren, welches die gewöhnlichen Turbinen zu Ejektor-Turbinen macht, ähnlich der Lösung von Herschel für Wasserfälle schwankender Höhe, bei denen man heutzutage die Moody Ejektor-Turbine anwendet. Mit dieser Lösung behob man nicht nur genannte Schwierigkeiten, sondern erhöhte auch noch beträchtlich die Leistungsfähigkeit der Turbinen.

Auf dieser Grundlage wurden nun Pläne und Kostenanschläge des Sperrdammes angefertigt, die Arbeitszyklen, Durchlässe und Schleusentore berechnet, und man kam zu einem anscheinend sehr befriedigenden Resultat für eine spätere Ausführung des Projektes.

Für die Mündung des Flusses Deseado wurden zwei Projekte entworfen. Die entsprechenden Berechnungen, Pläne, Denkschriften und andere erläuternde Daten wurden in einem Bericht[1] veröffentlicht.

Das Gezeitenkraftwerk für den Golf von San José

Allgemeine Daten. Der Golf von San José besitzt eine Oberfläche von 780 km²; seine Einfahrt ist 7 km breit, bei einer größten Tiefe von 54 m. Man könnte den Golf vollständig durch einen Damm abschließen; eine Schleuse für die Schiffahrt vorzusehen würde nicht nötig sein, weil der benachbarte schiffbare „Golfo Nuevo“ das Hinterland beherrscht (Abb. 1).

Der Gezeitenhub wechselt zwischen 4,5 m bei Nippfluten und 8,2 m bei Springfluten.

Sperrmauer und Abschlußdeiche. Vor und hinter der Einfahrt vertieft sich der Meeresboden und weicht die Küste zurück. Aus diesem Grunde wird man den Sperrdamm in die Einfahrt setzen müssen, wo er den Stürmen des Atlantischen Ozeans ausgesetzt ist (es kommen Wellen bis zu 4 m Höhe vor) und ihm deshalb die Form eines Hafendammes oder Wellenbrechers geben. Für den mittleren Teil der Einfahrt, der größere Tiefen als 8 m unter dem niedrigsten Wasserspiegel aufweist, entwarf man einen Betondamm (Abb. 2), der kraft seines Eigengewichtes den Stürmen widerstehen kann, und die Räume für die Turbinen, Druck- und Saugrohre, Elektrogeneratoren u. a. m. enthält. Die Turbinen werden Wasserzuleitungen und -abzüge an beiden Seiten des Dammes besitzen. Diese Anordnung wird ihnen gestatten, immer in derselben Drehrichtung zu laufen, unabhängig davon, ob sich das Wasser vom Golf ins Meer ergießt, oder vom Meer in den Golf. Diese Anordnung erfordert die geringste Frontfläche des Dammes.

Der Abschluß wird durch zwei Deiche vervollständigt, die das Mittelstück mit den Uferhängen verbinden. Diese Deiche werden die gleiche Höhe des Hauptdammes von 2 m über den höchsten Wasserspiegel erhalten; ihre Böschung wird nach der Innenseite 1 : 1 sein und nach der Meeresseite 1 : 1,5 vom Meeresboden bis zu 8 m unter dem niedrig-

[1] „Utilizacion de las Mareas de las Costas Patagonicas.“

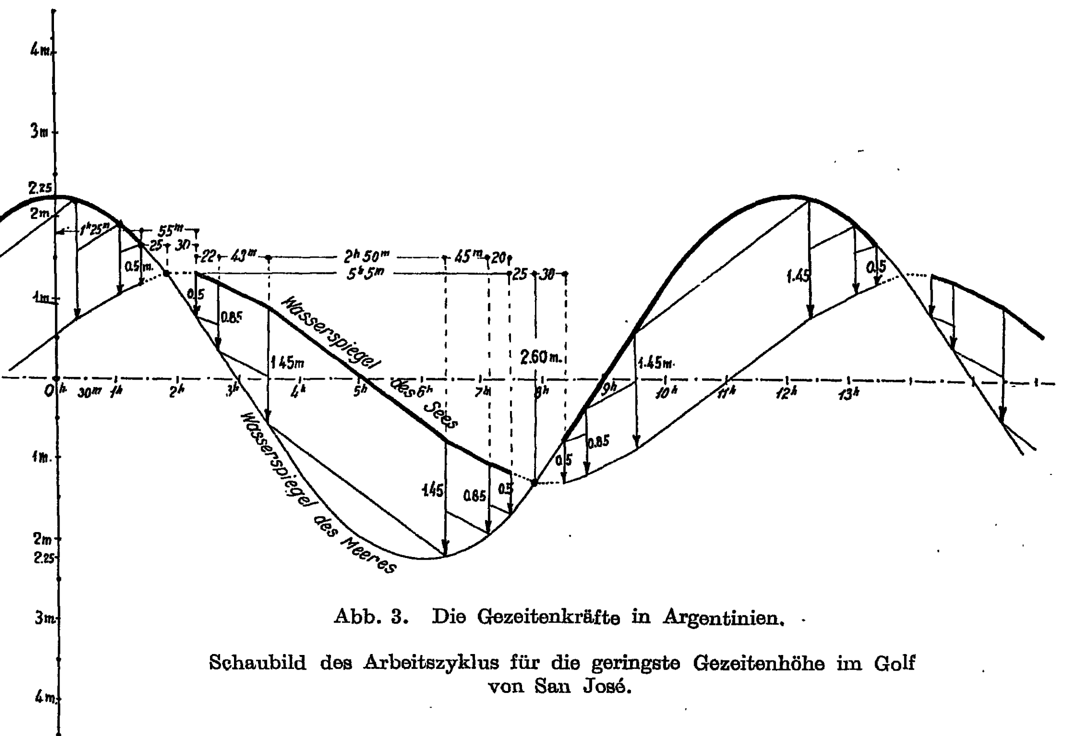


Abb. 3. Die Gezeitenkräfte in Argentinien.

Schaubild des Arbeitszyklus für die geringste Gezeitenhöhe im Golf von San José.

sten Wasserspiegel, von dort aufwärts verflacht sie sich auf 1 : 2, um dem Wellenschlag besser widerstehen zu können. Den Sickerungen soll eine 2 m starke Lehmschicht im Inneren des Walles vorbeugen. Die Sickeıungsgefahr wird andererseits nur gering sein, weil die Druckhöhendifferenz zwischen innen und außen 3 m nicht übersteigen wird.

Arbeitszyklen. Am günstigsten errechnet sich ein doppelter Arbeitszyklus, während der Ebbe wird das im Golf gestaute Wasser durch die Turbinen ins Meer entleert, und bei Flut wird das sich an der Außenseite des Dammes stauende Wasser auf dieselbe Weise wieder in den Golf geleitet.

Der Zyklus kann naturgemäß kein gleichmäßiger sein, weil der Niveauunterschied von dem Fallen und Steigen der Flutwelle abhängt, und bei Hoch- und Niedrigwasser zu Null wird. Einen Arbeitszyklus für den Golf von San José, bei Nippflut, zeigt Abb. 3: eine Stunde und 50 Minuten, nachdem Hochwasser eingetreten ist, werden die Schleusen des Dammes geschlossen; 30 Minuten nach diesem Zeitpunkt ist das Meer so weit gefallen, daß ein Niveauunterschied von 50 cm entstanden ist — von diesem Augenblick an setzt man die Turbinen in Gang. Nach 22 Minuten ist das Gefälle auf 85 cm gestiegen und nach weiteren 48 Minuten auf 1,45 m; dieses Gefälle wird man während 2 Stunden und 50 Minuten ausbeuten können; alsdann beginnt es, sich durch die einsetzende Flut, auf dieselbe Weise wie es gestiegen ist, wieder zu verringern. Sobald es nur noch 50 cm beträgt, werden die Turbinen außer Gang gesetzt und die Schleusen geöffnet, wodurch der Wasserspiegel im Innern des Golfes weiter fällt, bis er sich nach ca. 25 Minuten mit dem des Meeres ausgleicht. In dem Augenblick, wo der Ausgleich eintritt, werden die Schleusen wieder geschlossen; nach 30 Minuten ist dann die Flut soweit gestiegen, daß sich wieder ein Gefälle von 50 cm, dieses Mal vom Meer zum Staubecken, gebildet hat. Der Betrieb kann nun von neuem beginnen und vollzieht sich in genau derselben Weise wie eben für Ebbe beschrieben wurde. Sobald sich das Gefälle wieder auf 50 cm verringert hat, werden die Schleusen so lange geöffnet, bis sich die Wasserspiegel ausgeglichen haben, worauf sie wieder geschlossen werden und ein neuer Zyklus beginnen kann. Bei dieser Arbeitsweise ist es möglich, sowohl bei Ebbe wie bei Flut mindestens 5 Stunden ununterbrochen zu arbeiten. Die Unterbrechung während der Gezeitenwechsel dauert nur 1 Stunde.

Wassermenge. Die Wassermenge, die durch die Turbinen fließt, nebst der, die durch die Saugrohre zur Ejektorwirkung fließt, ist 90 000 m³/sek, wenn das Gefälle 50 cm beträgt, und schwillt auf 150 000 m³/sek an, sobald sich das Gefälle auf 1,45 m erhöht.

Abzugsöffnungen. Als solche dienen die Saugrohre der Turbinen; diese kann man vermittels Schützen teilweise oder vollständig abschließen. Die in dem Projekt vorgesehene Zahl Öffnungen ist ausreichend, um bei dem besprochenen Zyklus den Ausgleich der Wasserspiegel in 25 Minuten herbeizuführen. Bei demselben Zyklus (für Nippfluten)

steigt und fällt der Wasserspiegel des Golfes 2,60 m. Da seine Oberfläche 780 km^2 ist, ergibt sich eine Wassermenge von 2000 Millionen m^3, die während Ebbe und Flut durch die Schleusen fließt.

Turbinen. Wie ersichtlich, ist das durch den Staudamm geschaffene Gefälle nur gering; es schwankt zwischen 0,50 und 2,25 m je nach dem Arbeitszyklus, den man wählt, dafür ist aber die Wassermenge außerordentlich groß. Ähnliche Bedingungen treten bei einigen modernen hydroelektrischen Zentralen auf, wo Kaplan-, Dubs- und Propellerturbinen großen Umfangs angewandt wurden, die eine größere Umlaufgeschwindigkeit besitzen, als die gebräuchlichen Francisturbinen.

In diesem Projekt wurden Turbinen verwendet, die Saugrohre von 8 und 10 m Durchmesser besitzen, an deren Ende ein jalousieartiges Leitwerk vorgesehen wurde, um die Ejektorwirkung zu erhöhen. Die Turbinenachse steht senkrecht (Abb. 2), der Wassereintritt erfolgt radial durch das Leitrad und der Austritt axial durch das Saugrohr. Damit das Laufrad sich immer in derselben Richtung dreht, unabhängig von der Umkehrung des Gefälles, wird es nötig sein, auf beiden Seiten des Dammes Wasserzuleitungen und Abzüge anzubringen. Diese müssen mit Schützen versehen sein, damit man, je nachdem wie das Gefälle ist, die nichtentsprechenden schließen kann. Diese Anordnung scheint uns diejenige zu sein, die den geringsten Raum und die geringste Konstruktionshöhe erfordert.

Das Wasser, welches aus den Saugrohren tritt, vereinigt sich in den Abzügen mit dem Wasser, welches direkt durch diese mit Ejektorwirkung fließt. Das Ejektionswasser kann man vermittels Schützen regeln oder abschließen, je nachdem es die Leistung der Turbine bei dem veränderlichen Gefälle erfordert.

Bei einem Gefälle von 50 cm ergibt sich die Leistung einer Turbine, die ein Saugrohr von 10 m Durchmesser besitzt zu etwa 232 kW; diese Leistung wird durch den projektierten Ejektor auf 715 kW erhöht und sobald das Gefälle auf 1 m steigt, wird sie 2000 kW[2].

Die Turbinen werden ihres Umfanges und ihrer tiefen Lage wegen von dem Wellengang nicht beeinflußt werden. Beschädigungen durch Steine, schwimmende Gegenstände usw. sind kaum zu befürchten, da das Meerwasser sehr rein und der Abstand zwischen den Schaufeln der Leit- und Laufräder verhältnismäßig groß ist. Man hat deshalb von der Verwendung von Schutzgittern abgesehen.

Die Zahl der benötigten Ejektorturbinen beläuft sich auf 376; hiervon werden 265 ein Saugrohr von 10 m Durchmesser besitzen und in 18 m Tiefe zu liegen kommen; 111 Turbinen werden ein Saugrohr von 8 m Durchmesser haben und in 14 m Tiefe liegen. Außerdem sind noch 41 Turbinen kleineren Umfanges ohne Ejektor in 8 m Tiefe vorgesehen worden, deren Achse vielleicht horizontal liegen wird.

Arbeitsleistung. Für ein Gefälle von 50 cm berechnete man die Arbeitsleistung sämtlicher Turbinen auf 240 000 kW; dieses ist die

[2] Vgl. Utilizacion de las Mareas de las Costas Patagonicas, S. 90—98.

Mindestleistung während 5 Stunden. Sobald das Gefälle auf 85 cm steigt, erhöht sich die Leistung um 288 000 kW und bei 1,45 m Gefälle beträgt sie ca. 1 000 000 kW, die man während 2 Stunden und 50 Minuten erhalten wird. Diese Zahlen entsprechen den Nippfluten, die sich ungefähr 10 mal im Jahre einstellen. Man wird also ein Minimum von 4 000 000 kWh für jede der Gezeiten rechnen können, das macht am Tage 15 000 000 kWh, die bei größerem Gezeitenhub auf das Doppelte steigen können. Für die Kostenanschläge hat man jedoch nur 10 000 000 kWh als Tagesleistung angenommen.

Sperrdamm mit Zentrale. Der obere Teil des Dammes, der die Turbinen und Elektrogeneratoren bergen soll, würde vollständig aus Beton hergestellt werden, der auf einer Steinschüttung ruht. Unmittelbar über der Sohle des Betonmassivs werden sich die Wasserabzüge mit ihren Schützen befinden, die sowohl in das Meer wie in das Staubecken führen. Die Turbinen und Rohrleitungen werden in einem Stockwerk über den Abzügen eingebaut; ein weiteres höherliegendes Stockwerk wird die Generatoren beherbergen, und auch noch Räume für Werkstätten usw. enthalten. Die Wände dieser Räume werden nach der Meeresseite 14 m dicke Betonmauern bilden, die berechnet wurden, um allen Stürmen zu widerstehen; auf der Golfseite werden die Mauern 4 m stark sein.

Die Dammkrone erhebt sich 2 m über den höchsten Wasserstand; die Betonsohle wird sich in Tiefen von 8, 14, 18 und 21,50 m unter Niedrigwasser befinden, entsprechend gewöhnlichen Turbinen, Ejektor-Turbinen mit Saugrohren von 8 m Durchmesser, Ejektor-Turbinen mit Saugrohren von 10 m Durchmesser bei 16 m Achsenabstand und schließlich Ejektor-Turbinen des gleichen Umfanges bei 14 m Achsenabstand. Die Maße der Wasserzuleitungen und -abzüge hängen von dem verwendeten Turbinentyp ab, und sind in dem erwähnten Bericht angegeben.

Generatoren. Die Wahl des Generatorentyps wird davon abhängen, ob man die Turbinen direkt oder vermittels Zahnräder kuppeln wird, oder ob Vorrichtungen getroffen werden, welche gestatten, bei Veränderungen des Gefälles die Umlaufgeschwindigkeit und die Zahl der Pole zu wechseln. Der gewonnene elektrische Strom würde auf 220 000 Volt transformiert und nach Verbrauchszentren geleitet werden.

Regelung und Konsum. Es stellte sich als unausführbar heraus, die periodische Energieunterbrechung durch Anlage von Reservebecken oder Anschluß an andere Gezeitenwerke zu beheben. Dagegen wäre der Anschluß an bestehende thermische Zentralen denkbar. Der Golf von San José würde mit Buenos Aires durch eine 1100 km lange Überlandleitung verbunden werden, auf diesem Wege könnte man zugleich wichtige Städte wie Bahia Blanca Azul, Tandil, Olavarria, Mar del Plata, La Plata u. a. m. mit Strom versorgen.

Für die vorausgesetzten 10 Millionen täglichen kWh würde sich in der Zukunft sicher Absatz finden lassen, da allein schon heute 2 Millionen kWh in der Zone von Buenos Aires verbraucht werden.

Baukosten. Die große Anzahl Turbinen und Generatoren bedingt einen verhältnismäßig billigen Herstellungspreis. Auf dieser Grundlage setzte man die Baukosten für das Gezeitenkraftwerk des Golfes von San José mit 220 Millionen Pesos[3] fest. Von dieser Summe entfallen etwa 90 Millionen Pesos auf den Bau des Sperrdamms mit Zentrale und 80 Millionen Pesos für Turbinen, Generatoren und Schützen.

Die Kosten der Energie. Auf Grund der fast unbegrenzten Lebensdauer des Werkes und der geringen Unterhaltungskosten setzte man die jährlichen Ausgaben an Amortisation, Zinsen und allgemeinen Unkosten gleich 10% des gesamten Anlagekpaitals. Bei einer Tagesproduktion von nur 10 Millionen kWh könnte man demnach die kWh zum Preise von 0,006 Papierpesos an eine Verteilungszentrale in Buenos Aires liefern, welche sich die Verteilungskosten bezahlen lassen müßte. Der augenblickliche Strompreis in Buenos Aires beträgt etwa 0,25 Papierpesos für Licht.

Die Nutzbarmachung der Gezeiten in der Mündung des Deseado

Allgemeine Daten. Die Oberfläche des Mündungsgebietes beträgt etwa 2800 ha. Der Gezeitenhub wechselt zwischen den Grenzen von 2 und 5,80 m und ist bis 40 km flußaufwärts zu spüren. Von der Mündung liegt nur ein kleiner Teil während der Ebbe trocken. Die Küste sowie der Meeresboden bestehen zum großen Teil aus Quarzporphyr. Es empfiehlt sich, den Abschluß in der Nähe der Einfahrt auszuführen, wo genügende Tiefe vorhanden ist und durch vorgelagerte Inseln und Riffe Schutz vor Stürmen gewährt wird.

In der Mündung befindet sich ein Handelshafen und eine Marinestation. Man wird deshalb in dem Abschlußdamm eine Schleuse für die Schiffahrt anbringen müssen. Diese könnte man direkt auf dem mit Kies eingeebneten felsigen Untergrund gründen, und bekäme eine Länge von 300 m, bei 35 m Breite und 12 m Tiefe. Die Arbeitszyklen sind nicht ganz so günstig wie die des Golfes von San José: man wird während der Ebbe oder Flut je 4 Stunden arbeiten können, bei einem fast gleichmäßigen Gefälle von 50 cm. Der Wasserspiegel des Staubeckens würde sich während dieser 4 Stunden 1,75 m heben oder senken, dem entspricht eine Wassermenge von 3400 m³/sek.

Erstes Projekt. Das Projekt ähnelt in allen seinen Teilen dem des Golfes von San José und unterscheidet sich von diesem hauptsächlich durch seinen geringeren Umfang. Man wird 13 Ejektor-Turbinen desselben Typs benötigen, die eine Gesamtleistung von 9300 kWh geben werden; die Tageserzeugung wäre 144 000 kWh. In dem Sperrdamm mit Zentrale würden die Räume für die Turbinen und Elektrogeneratoren in 8 m Tiefe zu liegen kommen, da der Gezeitenhub nicht so groß ist wie im Golf von San José. Die Stärke der Außen- und Innenwand des Sperrdammes wird nur 4 m betragen, weil die Mündung vor starkem Seegang geschützt ist. Die Länge des Mittelstückes würde 186 m be-

[3] 1 Papier Peso = 0,425 Dollar.

tragen und die Verbindung mit der Küste durch zwei Hafendämme von insgesamt 300 m Länge hergestellt sein. Die Schleuse für die Schiffahrt muß in einem dieser Dämme angebracht werden.

Die Baukosten würden sich wie folgt ergeben:

Sperrdamm mit Zentrale	2 730 000	Pesos
Turbinen	520 000	„
Schützen	510 000	„
Elektrogeneratoren	2 000 000	„
Hafendämme und Baggerungskosten . . .	340 000	„
Schiffahrtsschleuse	5 000 000	„
	11 000 000	Pesos

Man verfertigte außerdem Pläne und Kostenanschläge für eine Teilausführung dieses Projektes mit der Möglichkeit, es späterhin zur vollen Leistungsfähigkeit auszubauen. Es würden in diesem Falle 6 Ejektor-Turbinen gebraucht werden, welche während Ebbe und Flut je 4 Stunden und 25 Minuten arbeiten könnten. Die entsprechende Tagesleistung wäre 74 000 kWh.

Zweites Projekt. Im Gegensatz zu dem vorangehenden Projekt hat man hier Kaplan-, Dubs- oder Propeller-Reaktionsturbinen ohne Ejektor vorgesehen. Man würde 57 Turbinen benötigen, deren tägliche Gesamtleistung sich bei dem Gefälle von 50 cm auf etwa 200 000 kW stellen würde. Das Mittelstück der Sperrmauer, welches die Einrichtungen zur Energiegewinnung aufnimmt, würde genau so wie das vom Golf San José auf eine Steinschüttung gegründet werden und 490 m lang werden. Die Turbinen würden in Reihen zu 4 quer zu dem Damm eingebaut werden; davon abgesehen, ähnelt die Anlage der vom Golfe San José.

Der Sperrdamm könnte außerdem als Brücke dienen und würde die starke Gezeitenströmung des Hafens abschwächen.

Die Stromkosten. Wenn man auch hier die jährlichen Ausgaben an Amortisation, Zinsen und Betriebskosten gleich 10% des Anlagekapitals setzt, und die Stromproduktion einer Nippflut annimmt, berechnet sich der Preis für die kWh auf 0,022 Pesos bei dem ersten Projekt und 0,026 Pesos bei dem zweiten. Es geht hieraus hervor, daß das erste Projekt bei weitem das günstigere ist.

Aussichten für die Ausführung eines der Projekte

Es ist kein Grund vorhanden, die vorliegenden Projekte als aussichtslos zu betrachten — jedenfalls haben sie erwiesen, daß Argentinien in den Gezeiten seiner Küsten eine unerschöpfliche Energiequelle zur Verfügung steht, die, einmal erschlossen, Argentiniens Verbrauch an Kohle im Jahre um 4 bis 10 Millionen Tonnen herabsetzen könnte.

Obwohl Buenos Aires heute schon einen Tageskonsum von etwa 2 Millionen kWh besitzt, ist vorderhand noch nicht an eine unmittelbare Ausführung eines großen Gezeitenkraftwerkes zu denken, vor allem, weil die ersten Experimente nicht gleich zu kostspielig werden dürfen.

Bedeutung eines Versuchswerkes. Die Möglichkeit, eine kleine Zentrale zu Versuchszwecken zu bauen, besteht jedoch schon heute. Man würde auf diese Weise Erfahrungen sammeln, die den umfangreicheren Anlagen zunutze kommen würden.

In der Mündung des Deseado befindet sich eine Seitenbucht, die sich in jeder Hinsicht für den Bau dieser Versuchszentrale eignet. Bei verhältnismäßig geringen Anlagekosten (180 000 Pesos) wäre es hier möglich, die vorgeschlagenen Ausbeutungsmethoden auf ihre Brauchbarkeit zu erproben. Die Leistung des Werkes wurde auf 1000 kWh pro Tag berechnet, und den Strom könnte man zum Preise von 0,05 Pesos Papier für eine kWh an das benachbarte Städtchen (Deseado) liefern. Der Stromüberschuß ließe sich verwenden für Heizungs- und Kühlanlagen, Laden von Akkumulatoren, elektrische Heizung von Dampfkesseln, Erzeugung von Druckluft u. a. m. Bei wachsender Nachfrage ließe sich an den Anschluß an eine thermische Zentrale denken.

Die vorliegenden Projekte zur Umgestaltung des Golfes von San José und der Mündung des Deseado stellen den Abschluß der Untersuchungen der Sachverständigenkommission dar, und sollen die Möglichkeit der Nutzbarmachung der Gezeiten an der Patagonischen Küste erweisen; sie bilden eine Grundlage für spätere eingehendere Studien.

Zum Schlusse möchten wir noch dem Gedanken Raum geben, daß der Staat sich die Kontrolle der Gezeitenausbeutung vorbehalten müsse und, eventuell mit Unterstützung des Privatkapitals, den Bau der Anlagen in Angriff nehmen sollte.

Summary

An increase has been noticed in both scientific and industrial fields, as regards the interest evinced in the study of the possibilities of suitably adapting the energy of undeveloped natural sources, such as the tides, amongst others.

This is accounted for by reason of the fact that the two chief industries, coal and oil, are heading towards exhaustion of their reserves.

It is considered that the source of energy which is embodied in the sea, the tidal power, offers the greatest possibilities of advantageous returns in places where tides exceed 2 metres, by the creation of a hydrostatic head, by means of a weir constructed in a bay or across a stream.

Few in number are the countries with places possessed of such tides, and whose topographical layout can be considered as favourable. Argentine can be counted as one of them, since on its Atlantic coast, along the Patagonic region, it is favoured with the existence of gulfs and inlets which can, apparently, be enclosed with tides rising up to 12 metres.

The foregoing has led to the preparation of different schemes, as well as to the formation, in the year 1923, of a National Committee for the purpose of studying the practical possibilities of the aforesaid source of energy. In 1928, this Committee published its report, which contained a number of preliminary schemes devoted to tide-energy installations in the gulf of San José and in the Deseado river.

The San José scheme provides for the closure of its inlet by means of a dock power-house and a 7-kilometre breakwater, thus enclosing an area of 780 square kilometres.

The tide amplitude varies between 4.50 m and 8.20 m and the head created by regulating the flood-gates is from 0.50 m to 2.00 m, working the turbines at the rate of 5 hours per 6-hour tide approximately. The turbine is actually the most adequate machine that can be employed for the purpose of harnessing the tides, and in the case of those of San José which is possessed of a very large volume of water, Kaplan or Dubs turbines of the propeller type, with ejector, and possessed of great absorbing powers, are employed, this increasing their power and reducing their number. As regards the suction-pipes, these are to be 8.00 m and 10.00 m in diameter.

The power will vary between 240 000 kW and 1 000 000 kW, while the daily energy taken into account, or 10 000 000 kWh, could be transmitted to Buenos Aires, at a distance of 1100 kilometres, its cost being calculated at the rate of $ 0,006 per kWh. The installation includes a Dock Power-House, breakwaters, turbines, flood-gates, generators, transmission line, etc., and it is estimated that the total cost would amount to $ 220 000 000 (£ 18 000 000).

In the case of the Deseado river, a comparison is made between three preliminary schemes, of which it is considered that the best is that with a yield of 9300 kW, at a rate of $ 0,022 per kWh.

Owing to the novelty of the scheme, it is not, for the present, anticipated that it will yet be carried into effect.

It is considered that an experiment carried out in a creek of the Deseado river, with a small 60 kW installation, would be advantageous.

Canada

Water Power Resources of Canada and their Development

Canadian Management Committee

J. T. Johnston

I. General Outline

Water power during the present century has been and continues to be the most vital force behind Canadian industrial development. With ample resources evenly distributed from coast to coast water-power has enabled Canada to develop into a manufacturing country of the first importance. With energy from this source developed, distributed and sold at low cost, industries have been attracted in increasingly large numbers, mines have been developed which would otherwise have remained dormant and a decided betterment in the standard of living has been effected by its widespread use in the homes and on the farms. With the exception of power for transportation and certain restricted areas, principally in the Prairie Mid-West, water-power supplies practically the entire energy requirements of the Dominion.

At the First World Power Conference held in London in 1924 a paper entitled "Water Powers of Canada, Their Nature, Extent and Administration", was presented by Mr. J. B. Challies, C. E., at that time Director, Dominion Water Power and Reclamation Service, Department of the Interior, in which the fortunate position of Canada with regard to the nature, extent and location of water power resources was reviewed in considerable detail together with an analysis of the development which had been made up to 1924 and a synopsis of water power administration throughout the Dominion. It is the purpose in the present paper to give a re-analysis of the water power situation in Canada bringing the figures up to the beginning of 1930, the year of the Second World Power Conference, as nearly as may be estimated from the information at present available (October 1929) and to deal particularly with the progress which has been made in the period subsequent to 1924.

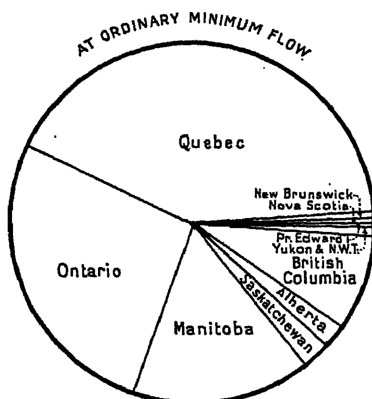
Available and Developed Water Power

The water power available in Canada according to the most recent estimates totals 20,347,400 twenty-four hour horse power under conditions of ordinary flow or 33,617,200 twenty-four hour horse power ordinarily available for six months of the year. The favourable distri-

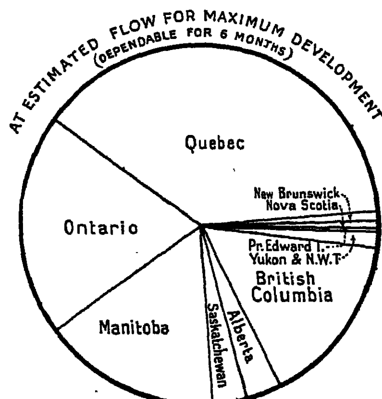
DEPARTMENT OF THE INTERIOR, CANADA
DOMINION WATER POWER AND RECLAMATION SERVICE

AVAILABLE WATER POWER IN CANADA
ON
BASIS OF 24 HOUR POWER AT 80% EFFICIENCY

AVAILABLE WATER POWER

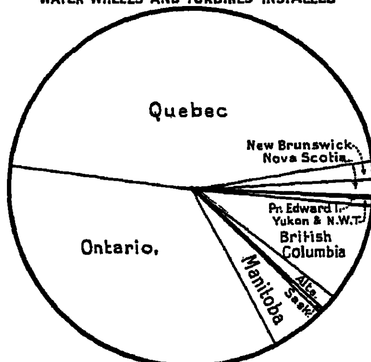


TOTAL - 20,347,400 H.P.



TOTAL — 33,617,200 H.P.

DEVELOPED WATER POWER
WATER WHEELS AND TURBINES INSTALLED



TOTAL - 5,710,802 H.P.

Fig. 1.

bution of these resources in every province of the Dominion is shown in Table 1 and is also indicated graphically on Fig. 1. On a commercial basis the available water power resources would probably warrant a total installation of about 43,700,000 HP so that with the total existing installation of 5,710,802 HP it may be said that slightly more than 13 % of the at present recorded resources of the Dominion are developed.

In columns 5 and 6 of Table 1 figures of population and installation per thousand of population are respectively shown. The total installation for the Dominion averages 583 HP per thousand population, a figure which places Canada amongst the leading countries of the world in the per capita utilization of water power. In 1924 this figure was 353 HP per thousand.

Table 1

Available and Developed Water Power in Canada[1]

Province	Available 24-hour power 80 % efficiency		Turbine installation h. p.	Population June 1. 1929	Total installation per 1000 population
	At ordinary minimum flow h. p.	At ordinary six months flow h. p.			
1	2	3	4	5	6
British Columbia .	1,931,000	5,103,500	560,042	591,000	948
Alberta	390,000	1,049,500	70,532	646,000	109
Saskatchewan . .	542,000	1,082,000	35	866,700	—
Manitoba	3,309,000	5,344,500	311,925	663,200	470
Ontario	5,330,000	6,940,000	1,959,675	3,271,300	599
Quebec	8,459,000	13,064,000	2,572,418	2,690,400	956
New Brunswick .	68,600	169,100	112,131	419,300	267
Nova Scotia . . .	20,800	128,300	108,406	550,400	197
Prince Edward Island	3,000	5,300	2,439	86,100	28
Yukon and N. W. Terr.	294,000	731,000	13,199	12,400	1063
	20,347,400	33,617,200	5,710,802	9,796,800	583

[1] The estimates of available power are based upon sites where the head is definitely known or well authenticated. They omit many falls, rapids or possible concentrations, regarding which information is not reasonably definite and reliable. The estimates may therefore be looked upon as representing the minimum power possibilities of the Dominion.

All estimates of available power represent continuous twenty-four hour power at an efficiency of generation of eighty per cent. The figures in column 2 are based on „Ordinary Minimum Flow" which is the average, over all the years for which records are available, of the mean flow for the two lowest seven-day periods in each year. Six-month power in column 3 is based on the „Ordinary Six-month Flow" which is the average over all the years for which records are available, of the mean flow for the lowest seven consecutive days in the lowest of the six high months in each year.

The figures in column 4 represent the rated capacities of all water wheels and turbines installed throughout the Dominion. These figures should not be directly compared with the available power figures in columns 2 and 3. The actual water wheel and turbine installation throughout the Dominion averages about thirty per cent greater than the corresponding ordinary six-month figures calculated as in column 3. On this basis, therefore, the available water power resources of the Dominion as at present recorded would permit of a turbine installation of about 43,700,000 horse power. In other words, the present installation represents about thirteen per cent of the present recorded water power resources.

Outline of Development 1924 to 1930

In the six year period which has elapsed since the First World Power Conference, water power installation has exceeded the most optimistic

estimate made in 1924. While the population in this period increased about seven per cent water power installation in horse power increased 79 per cent. In 1924 an estimate based on past growth indicated a total for the beginnung of 1930 of about 5,200,000 horse power whereas the figures today show an actual total of more than 5,700,000 horse power. In new development practically every province was represented. Quebec taking the lead with more than 1,437,000 horse power, Ontario next with 563,500 horse power followed by British Columbia with 203,900 horse power, Manitoba 149,900 horse power, New Brunswick 69,000 horse power, Nova Scotia 58,000 horse power, and Alberta 37,400 horse power.

An important feature of the past six years has been the extension and interconnection of transmission systems and the consolidation of numerous systems under single control. This is touched upon in the Review by provinces which follows in Sec. II and is shown graphically on the various plates of transmission systems. An advance was also made during the period into higher voltages for long distance transmission. In 1924 lines of 110,000 volts were the highest in operation whereas at the present time there are lines of 134,000, 168,000 and 220,000 volts thereby considerably extending the availability of hydro-electric energy.

Current Progress

In addition to the large increase in water power installation during the past six years there are a number of undertakings in the course of construction at the present time the total of whose initial installations will amount to 550,000 horse power and when completed to their ultimate designed capacities will add to the Dominion's total more than 2,500,000 horse power. There are, as well, numerous projects in the prospective stage many of which will undoubtedly materialize in the near future and will add very greatly to the program of development.

Capital Invested in Water Power

The capital invested in water-power development in Canada inclusive of that in transmission and distribution systems is estimated to be $ 1,250,000,000 or more than that for any other single manufacturing industry. The corresponding figure in 1924 was $ 688,000,000 so that during the past six years an average of about $ 94,000,000 per year has had to be provided for the purpose of new development. The readiness with which this new capital has been secured is an evidence of the stability of Canadian water power investments. Also the large proportion of such securities held within the country itself affords proof of the confidence Canadians have in this type of investment.

The opportunities for further investment in Canadian water power undertakings are likely to be numerous, the resources are exceptionally well situated and ample for extensive utilization; labour conditions are relatively stable; total manufactures and the proportion of manu-

factures exported show rapid and sustained increase while for legitimate power projects governmental co-operation is sympathetic and constructive.

Coal Equivalent of Developed Water Power

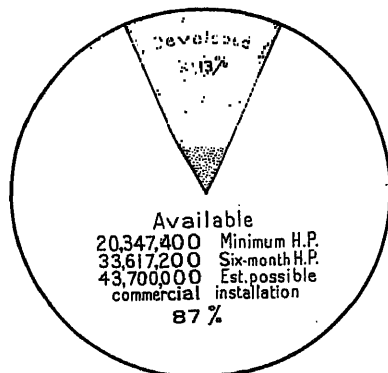
The development of water power in Canada has had a direct and very great effect in reducing the consumption of coal. While it is difficult to assign a precise figure of the coal equivalent of developed water power, as numerous assumptions must necessarily be made dependent upon conditions under which the power is developed, nevertheless, taking into account all present conditions surrounding water power development in Canada and comparing them with somewhat similar conditions of fuel power development elsewhere, it is reasonable to state that a saving of coal of six tons per annum is capable of being effected by each installed horse power. This means that the total present water power installation of 5,710,800 horse power is capable of effecting a saving of about 34,000,000 tons of coal per annum. With the marked economies that are continually taking place in the coal consumption of fuel power stations it will be necessary from time to time to adjust this figure of coal equivalent but under existing conditions the foregoing estimate is not unreasonable.

Utilization of Developed Water Power

A broad classification of the present turbine installation of 5,710,802 horse power is shown in Table 2 and graphically on Fig. 2 under the

DEPARTMENT OF THE INTERIOR, CANADA
DOMINION WATER POWER AND RECLAMATION SERVICE

UTILIZATION OF WATER POWER RESOURCES IN CANADA



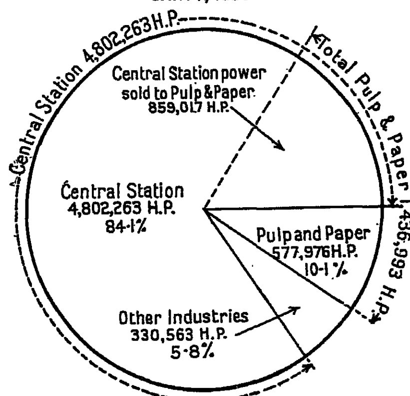


Fig. 2.

Table 2

Developed Water Power in Canada

Distribution by Industries

January 1, 1930

Province	Turbine Installation in H. P.			
	In Central Electric Stations	In Pulp & Paper Mills	In other Industries	Total
1	2	3	4	5
British Columbia	418,210	81,000	60,832	560,042
Alberta	70,320	—	212	70,532
Saskatchewan	—	—	35	35
Manitoba	311,925	—	—	311,925
Ontario	1,624,393	240,880	94,402	1,959,675
Quebec	2,216,150	220,810	135,458	2,572,418
New Brunswick	83,910	19,278	8,943	112,131
Nova Scotia	76,979	16,008	15,419	108,406
Prince Edward Island	376	—	2,063	2,439
Yukon & Northwest Territories	—	—	13,199	13,199
Canada	4,802,263	577,976	330,563	5,710,802

Column 2 includes only hydro-electric stations which develop power for sale.

„ 3 „ only water power *actually developed* by pulp and paper companies. In addition to this total pulp and paper companies purchase from the hydro power central electric stations totalled in column 2 aproximately 860,000 h.p. A considerable amount of off-peak power is also purchased for use in electric boilers.

„ 4 „ only water power *actually developed* in connection with industries other than the central electric station and pulp and paper industries. These industries also purchase power from the central electric stations totalled in column 2.

„ 5 totals all turbines and water wheels installed in Canada.

headings, central electric stations, pulp and paper mills and other industries. A more detailed classification of the ultimate use of the power is difficult because of the large proportion which is accounted for by central electric stations from which power is sold for a multitude of uses.

The classification shows that 4,802,263 horse power or 84.1 per cent of the total is installed in central electric stations for general distribution for all purposes, 577,976 horse power or 10.1 per cent is installed in pulp and paper mills in addition to some 860,000 horse power of electrical energy which these mills purchase from central electric stations and 330,563 horse power or 5.8 per cent is installed in other industries among which are included mines, mineral reduction works, electro-chemical plants, saw, grist and grinding mills, machine shops, municipal pumping plants and street railways all of which also purchase power extensively from central electric stations.

Water Power in the Central Electric Station Industr

In the Canadian central electric station industry over 95 per cent of the primary power equipment is energized by falling water while the diversity of use of hydro-electricity induced by moderate prices results in almost 99 per cent of the total kilowatt hour output being generated in the hydraulic stations.

Of recent years there has been an increasing trend in the proportion of water power developed by central electric station organizations. At the present time 84 per cent of the total water-power installation in Canada is so operated, as compared with 75 per cent in 1924.

Figures issued by the Dominion Bureau of Statistics indicate that during the year 1928 the large central electric stations in Canada, produced 15,931,204,000 kilowatt hours, of which 15,705,271,000 kilowatt hours were generated by hydraulic stations. These large stations account for more than 99 per cent of the output of all central electric stations. Assuming an annual increase of 10 per cent as shown by the figures for the first eight months of 1929 the total output of hydraulic central electric stations for the year 1929 should to 17,300,000,000 kilowatt hours. This indicates a utilization of about 1,765 kilowatt hours per capita, a figure more than double that for the year 1922 and one which places Canada in the forefront of power using nations.

It is of interest to record that in 1928 there were eighteen systems, that is, undertakings in the same district that fall under the control of the same financial interests, which had an annual output of 100,000,000 kilowatt hours or more and whose combined total accounted for over 92 per cent of the total units generated by central electric stations. The largest of these, that of the Hydro-Electric Power Commission of Ontario generated more than 4,000,000,000 units. In the province of Quebec four systems generated in excess of 1,000,000,000 units each while the remaining systems with lesser outputs were situated in British Columbia, Alberta, Manitoba, Ontario and Quebec. This furnishes direct evidence of the increasing tendency towards the consolidation of systems that is taking place throughout the Dominion.

The extensive economic radius of modern electric transmission combined with the fortunate location of water power in relation to centres of industry removed from supplies of native fuel has led to the development of enormous amounts of hydraulic power for use in manufacturing in established centres where labor is plentiful and of a permanent character and with shipping and distributing facilities readily at hand. The predominance of water power in the industrial life of Canada is indicated by Fig. 3 and Table 5 which illustrate the sources and character of power for the various industrial centres and districts of the Dominion.

Table 3 shows the distribution of hydro-electric generating stations by location and type of ownership. Reference to this table will verify what has been already stated in regard to the effect of lack of indigenous coal supplies upon the location of hydro-electric plants in the provinces of Ontario and Quebec.

Table 3 Developed Water
Utilized in the Central

Province	Commercial Stations				
	No. of Stations	No. of Turbines	Total Turbine Installation HP	Average HP per Station	Average HP per Turbine
1	2	3	4	5	6
British Columbia	22	50	408,115	18,551	8,162
Alberta	6	19	69,360	11,560	3,651
Saskatchewan	—	—	—	—	—
Manitoba	3	17	206,800	68,933	12,165
Ontario	69	202	552,358	8,005	2,734
Quebec	90	256	2,189,490	24,328	8,553
New Brunswick	3	9	71,850	23,950	7,983
Nova Scotia	13	17	10,166	782	598
Prince Edward Island	5	6	376	75	63
Yukon & Northwest Territories	—	—	—	—	—
Canada	211	576	3,508,515	16,628	6,091

Commercial stations include all privately owned.
Municipal „ „ „ publicly „

Water Power in the Pulp and Paper Industry

The production of pulp and paper is Canada's greatest manufacturing industry, its gross and net values of product and its disbursements for salaries and wages exceed the corresponding figures for those of any of the other manufacturing industries while its output of newsprint for the three last completed census years exceeded that of any other country.

As the production of newsprint requires an installation of approximately 100 HP per ton of daily output it is obvious that Canada's supremacy in its manufacture is due no less to her abundant supplies of low priced power than to her extensive forest resources. More than 90 per cent of the motive power in this outstanding industry is derived from water power.

The pulp and paper industry maintains a hydraulic installation of 577,976 HP and in addition purchases approximately 860,000 HP of electrical energy for power purposes from central electric stations. Considerable off-peak and surplus power is also purchased from central electric stations for use in electric boilers.

The provinces of Ontario and Quebec lead in pulp and paper production and have 240,880 and 220,810 hydraulic horse power respectively installed in connection with the mills and 176,744 HP and 622,388 HP purchased from hydro-electric central stations, British Columbia being next in order of production, Manitoba and the Maritime Provinces also using considerable amounts of hydraulic power for this industry.

Power in Canada

Electric Station Industry

Table 3

Estimated at January 1, 1930

Municipal Stations				
No. of Stations	No. of Turbines	Total Turbine Installation HP	Average HP per Station	Average HP per Turbine
7	8	9	10	11
8	11	10,095	1,262	918
1	2	960	960	480
—	—	—	—	—
2	17	105,125	52,562	6,184
48	140	1,072,035	22,334	7,657
14	23	26,660	1,904	1,159
3	6	12,060	4,020	2,010
21	36	66,813	3,182	1,856
—	—	—	—	—
—	—	—	—	—
97	235	1,293,748	13,337	5,505

[1] Statistics in this table are based upon a census of the industry made by the Dominion Bureau of Statistics in co-operation with the Dominion Water Power and Reclamation Service. In addition to the central electric station organizations included above certain industrial hydraulic plants sell small amounts of electricity, i. e., the sale ol electricity is only incidental to their main industries.

Table 4

Developed Water Power Utilized in the Pulp and Paper Industry

January 1, 1930

Province	Installed and Purchased Water Power in HP					
	Turbine Installation in the Industry			Purchased Hydro-Electric Power	Total Hydro-Electric Power Col. 3 and Col. 5	Total Hydro-Power used in the Industry Col. 4 and Col. 5
	Direct Drive	Hydro-Electric Drive	Total			
1	2	3	4	5	6	7
British Columbia .	26,155	54,845	81,000	2,550	57,395	83,550
Manitoba	—	—	—	q	q	q
Ontario	93,650	147,230	240,880	176,744	323,974	417,624
Quebec	145,270	75,540	220,810	622,388	697,928	843,198
New Brunswick . .	1,900	17,378	19,278	q	q	q
Nova Scotia . . .	16,008	—	16,008	6,273	6,273	22,281
Canada . . .	282,983	294,993	577,976	859,017	1,154,010	1,436,993

The pulp and paper mills of Manitoba and New Brunswick purchase hydro-electricity totalling 51,062 h.p.

Column 2 includes all turbines actually installed in the industry directly driving mill equipment.

,, 3 includes all turbines actually installed in the industry transmitting power through electric drive.

,, 4 totals the turbine capacity actually installed in the industry.

,, 5 includes only power purchased from central electric stations for the operation of pulp and paper mills.

,, 6 totals the hydro electric power used in the industry.

,, 7 totals the water power used in the industry.

Table 4 shows in detail the use of hydro-electric power, column 6 being of particular interest as showing the extent to which the electric drive with its uniform speed and possibilities for centralized operation of mills receiving power from a number of different developments, has been adopted by this industry.

Water Power in the Mineral Industries

Canada possesses an active or prospective mineral field covering over three million square miles, comprising over 80 per cent of her total area and mining operations in most of the workings already developed require large amounts of power so that their profitable operation is greatly facilitated by the low cost of hydro-electricity.

Ample power supplies make it possible to conduct large scale operations with consequent lowered cost thereby permitting profitable operation of relatively low grade deposits. Thus the scope of the industry is immensely enlarged and many millions of tons of ore treated which if power were limited and expensive would have no commercial value.

Canada's mineral industries maintain a hydraulic installation of approximately 100,000 HP and purchase approximately 380,000 HP of hydro-electricity from the central electric stations. This power is used for the extraction of ore, crushing, smelting, refining and other processes. The extraction of the mineral requires power for compressing air for drilling, for stripping, hoisting, hauling and conveying; for pumping water supply and drainage; for lighting, heating and ventilating and for machine, blacksmith and framing shops.

The actual extent of Canada's minerals is not known, every extension of transportation facilities renders fresh mineral fields available. It is believed, however, that wherever mineral deposits may be found the same geological formation that provides for their occurrence may also be expected to supply the necessary water power for their development.

Water Power in the Electro-Chemical and Electro-Metallurgical Industries

One of the recent outstanding developments of Canadian industry has been the application of electricity to many chemical and metallurgical processes. New industries have been established in localities where the large amounts of low-cost electricity essential to their successful operation could be developed from adjacent water powers or procured by purchase from plants already in existence. In some cases chemical loads have been developed to convert surplus or off-peak power into marketable products.

Electric energy is used chiefly for the production of heat or to promote chemical actions or reactions, the application of the energy falling into

Table 5

Developed water power in Canada

Hydro-electric stations serving industrial areas indicated on Fig. 3

No.	Plant or System	Owner	Installation
1	Anyox Plant	Granby Cons. Min., Smelt. & Pwr. Co., Ltd.	13,400
2	Woodworth Lake Plant	Power Corporation of Canada	1,650
3	Ocean Falls Plants	Pacific Mills Lltd.	26,850
4	Millstone River Plant	Nanaimo Elec. L., P. & Heat. Co., Ltd.	450
	Coal Creek Plant	Nanaimo Elec. L., P. & Heat. Co., Ltd.	150
	Puntledge River Plant	Canadian Collieries Ltd. . .	12,000
5	Shushwap Falls Plant	West Canadian Hydro-Elec. Corp.	3,800
6	Barriere River	Municipality of Kamloops .	2,000
7	Goldstream Plant	British Columbia Pwr. Corp., Ltd.	3,400
	Jordan River Plants	British Columbia Pwr. Corp., Ltd.	27,250
8	Coquitlam-Buntzen Plants	British Columbia Pwr. Corp., Ltd.	84,000
	Stave Falls Plant	British Columbia Pwr. Corp., Ltd.	77,500
	Alouette Plant	British Columbia Pwr. Corp., Ltd.	12,500
9	Powell River Plant	Powell River Co. Ltd. . .	49,860
10	South Slocan Plant	West Kootenay Pwr. & Light. Co., Ltd.	75,000
	Bonnington Falls Plants	West Kootenay Pwr. & Light. Co., Ltd.	94,000
	,, ,, Plant	Municipality of Nelson . .	6,570
11	Bull River Plant	East Kootenay Pwr. Co. Ltd.	7,200
	Elk River Plant.	,, ,, ,, ,, ,,	15,000
12	Kananaskis Falls Plant	Calgary Power Co.	11,600
	Horseshoe Falls Plant	,, ,, ,, ...	20,000
	Ghost Falls Plant	,, ,, ,, ...	36,000
	Eau Claire Plant	,, ,, ,, ...	780
13	Point du Bois Plant	Municipality of Winnipeg .	105,000
	Pinawa Plant	Winnipeg Electric Co., Ltd. .	37,800
	Great Falls Plant	,, ,, ,, ,, .	168,000
14	Kenora Plants	Keewatin Power Co., Ltd. .	30,875
15	Ear Falls Plant	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	5,000
16	Fort Frances, Moose, Mill & Calm Lakes Plants	Ont. & Minn. Power Co. Ltd.	51,850
17	Kakabeka Falls Plant	Kaministiquia Pwr. Co., Ltd.	35,000
18	Nipigon Plant	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	75,000
19	Sault Ste Marie Plant	The Great Lakes Pwr. Co. Ltd.	28,050
	High Falls Plant	Algoma District Pwr. Corp. Ltd.	18,770
20	Smoky Falls Plant	Spruce Falls Pwr. & Paper Co. Ltd.	56,250

No.	Plant or System	Owner	Installation
21	Wawaitin Falls Plant	Canada Northern Pwr. Corp. Ltd.	14,900
	Sandy Falls Plant	Canada Northern Pwr. Corp. Ltd.	4,900
	Sturgeon Falls Plant	Canada Northern Pwr. Corp. Ltd.	8,000
	Indian Chutes Plant	Canada Northern Pwr. Corp. Ltd.	4,000
22	Iroquois, Twin & Island Falls Plants	Abitibi Pwr. & Paper Co. Ltd.	106,000
23	Hound Chute Plant	Canada Northern Pwr. Corp. Ltd.	5,340
	Fountain Falls Plant	Canada Northern Pwr. Corp. Ltd.	3,000
	Matabitchuan Plant	Canada Northern Pwr. Corp. Ltd.	13,200
	Ka-Ka-Ke Falls Plant	Canada Northern Pwr. Corp. Ltd.	40,000
24	Secord Plant	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	3,600
	Dryden Plant	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	6,300
	Long Sault Plant	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	7,000
	Espanola Plant	Abitibi Pwr. & Paper Co.Ltd.	20,800
25	High Falls & Big Eddy Plants	International Nickel Co. of Canada Ltd.	50,400
26	South River Plants	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	5,700
27	Sturgeon & Smoky Falls Plants	Abitibi Pwr. & Paper Co. Ltd.	23,790
28	Swift Rapids Plant	Municipality of Orillia . .	6,360
	Big Chute Plant	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	6,200
	Wasdells Falls Plant	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	1,200
	South Falls Plant	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	5,400
	Tretheway Falls Plant	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	2,200
	Hanna Chute Plant	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	1,550
29	Eugenia Falls Plant	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	8,500
30	Central Ont. System Plants	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	57,980
	Peterborough Plant	Peterborough Hydraulic Pwr. Co. Ltd.	6,000
	Campbellford Plant	Municipality of Campbellford	3,370
31	Niagara Falls Plant	Canadian Niagara Pwr. Co. Ltd.	121,000
	De Cew Falls Plant	Dominion Pwr. & Trans. Co. Ltd.	45,000

No.	Plant or System	Owner	Installation
	Niagara Falls Plants	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	874,700
32	Waltham Plant	Pembroke Elec. Lt. Co., Ltd.	3,600
	Bryson Plant	Gatineau Power Co. . . .	51,400
33	Bonnechere River Plants	Municipality of Renfrew .	1,700
	Calabogie Plant	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	6,000
	Galetta Plant	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	1,400
34	High Falls & Carleton Place Plants	Hydro-Elec. Pwr. Comm. of Ont.	4,450
35	Paugan Plant	Gatineau Power Co. . . .	204,000
	Chelsea Plant	" " " . . .	136,000
	Farmers Plant	" " " . . .	96,000
36	Chaudiere Plants	" " " . . .	36,600
		Ottawa Electric Company .	13,100
37	Cedars Rapids Plant	Montreal Lt., Heat & Pwr. Cons.	197,400
	Soulanges Plant	Montreal Lt., Heat & Pwr. Cons.	16,050
	St. Timothee Plant	Canadian Lt. & Pwr. Co. . .	30,400
38	Chambly Plant	Montreal Lt., Ht. & Pwr. Cons.	21,600
	Lachine Plant	Montreal Lt., Ht. & Pwr. Cons.	15,800
39	Des Prairies River Plant	Montreal Island Power Co..	52,800
40	St. Francois & Magog River Plants	Municipality of Sherbrooke	17,050
	Sherbrooke Plant	Southern Can. Pwr. Co., Ltd.	4,050
41	Drummondville Plant	Southern Can. Pwr. Co., Ltd.	19,500
	Hemmings Falls Plant	Southern Can. Pwr. Co., Ltd.	33,600
42	Shawinigan Falls Plants	Shawinigan Water & Pwr. Co	237,000
	Grand Mere Plant	Shawinigan Water & Pwr.Co.	176,000
	La Gabelle Plant	Shawinigan Water & Pwr.Co.	120,000
	St. Narcisse Plant	North Shore Power Co. . .	22,400
	St. Alban Plant	Portneuf Power Co. . . .	4,000
43	St. Gabriel Plant	Quebec Power Co., Ltd. ..	3,000
	Montmorency River Plants	" " " " .	7,000
44	Chaudiere River Plant	" " " " .	4,800
	St. Fereol Plant	" " " " .	24,000
45	St. Raphael & Armagh Plants	" " " " .	4,900
46	Metis River Plant	Lower St. Lawrence Pwr. Co. Ltd.	3,700
47	Isle Maligne Plant	Duke-Price Power Co. . .	495,000
	Riviere a Mars Plant	Municipality of Bagotville .	1,350
	Garneau Falls Plant	Saguenay Elec. Co.	3,500
	Chicoutimi River Plant	La Societe d'Eclairage et d'Energie Elec. de Saguenay	7,200
	Shipshaw, Chicoutimi River & Au Sable River Plants	Price Bros. & Co., Ltd. . .	70,100

No.	Plant or System	Owner	Installation
	Ha Ha River Plants	Port Alfred Pulp & Paper Cor	2,100
48	Grand Falls Plant	Bathurst Co., Ltd.	14,000
49	Aroostook Falls Plant	Maine & New Brunswick Elec. Pwr. Co., Ltd. . . .	11,400
	Grand Falls Plant	St. John River Power Co. .	60,000
50	Musquash Plant	New Brunswick Elec. Pwr. Comm.	11,100
51	St. Margaret Bay Plants	Nova Scotia Power Comm.	15,820
52	East River Sheet Harbour Plants	,, ,, ,, ,,	11,840
53	Mersey River Plants	,, ,, ,, ,,	31,050
54	Tusket River Plant	,, ,, ,, ,,	3,000
	Total for Stations listed		4,955,705
	Total Water Power Installation in Canada .		5,710,802

three main classes; the electrolytic refining of those metals which can be produced of greater purity by electric processes, the electrolytic production of chemicals which are more easily and economically produced electrically than by other means and electric furnace processes where exceptionally high temperatures are required.

The principal Canadian plants which depend wholly upon electric power for the operation of their processes are located in the vicinity of low-cost hydro-electricity; in Ontario; at Niagara Falls; in Quebec, at Hull, Shawinigan Falls and Arvida; and in British Columbia at Rossland. Many smaller plants are located at different points throughout the country but all where hydro-electricity is obtainable at low-cost. These industries have at the present time a hydraulic turbine installation in their own plants of approximately 60,000 HP and purchase about 132,000 HP of electrical energy from central electric stations and there are many indications that this is but the beginning of the utilization of water power for this purpose.

While the utilization of off-peak power will afford opportunity for the development of the smaller electro chemical industries there are many large undeveloped sites in Canada which offer special advantages for the location of large power using industries requiring continuous power. It is expected that in the future many of these will be utilized for the development of electro-chemical industries.

Past and Future Growth in Water Power Development

The growth of water power development in Canada from 1900 to 1929 is illustrated on Fig. 4 and the growth in the various provinces from 1910 to 1929 on Fig. 5.

The total installed horse power at the end of the year 1900 was 173,300 horse power. Development was active in the years following so that at the end od 1910 the total had grown to 977,000 horse power.

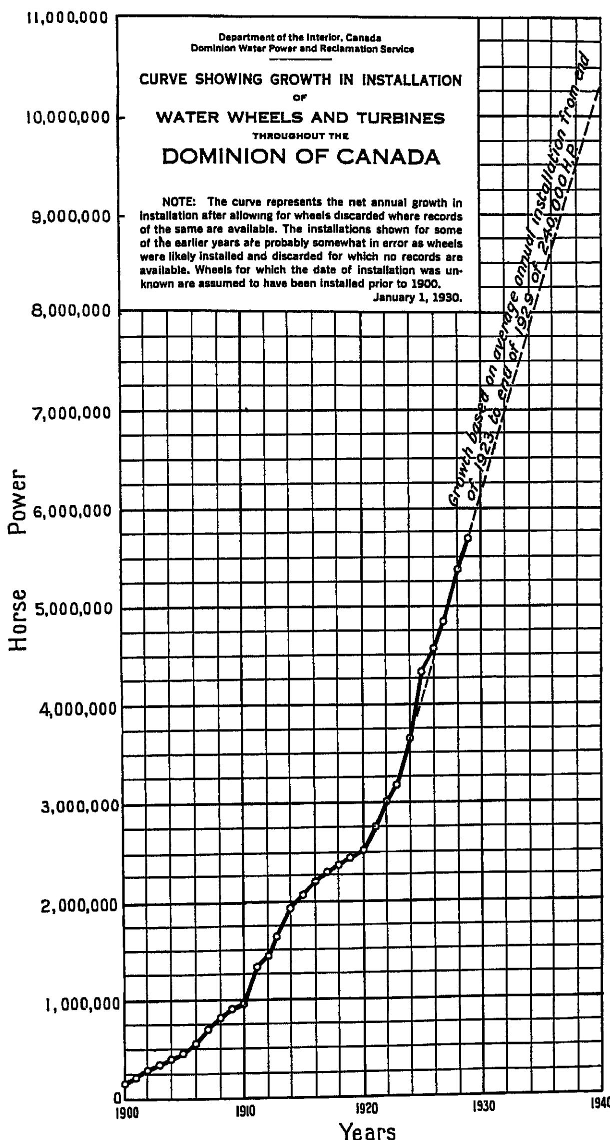


Fig. 4.

A decided increase in the rate of growth then took place and by the end of 1916 a figure of 2,222,000 horse power was reached. From 1916 to 1920, war and post-war conditions had the effect of retarding development with the result that the total at the end of 1920 amounted to only 2,515,000 horse power. Following 1920 an intensive period of development commenced which has continued to the present time. By the

end of 1923 the total had grown to 3,192,000 horse power and at the end of 1929 to 5,711,000 horse power.

During the past six years the average annual increase in installation has been about 420,000 horse power. The curve on Fig. 4 has been projected on the basis of this recent growth and shows that in 1940 the total for the Dominion will probably have reached a figure of 10,300,000 horse power.

With the undertakings now in process of development and with those at present in active prospect there is every reason to believe that this rate of growth will not only be maintained but will be considerably exceeded. Available resources are more than ample to provide for such an expansion.

The foregoing has summarized the water power situation in Canada sufficiently to show the extent and distribution of the resources, the widespread development that has taken place and the outstanding importance of this development in the industrial, commercial and domestic life of the Dominion. In Part II, which follows, a more detailed account will be given of the situation in each province with particular reference to the developments made in the period from 1924 to date.

Part III will summarize the recent water power legislation and tendencies of administrative policy, both of the Dominion and of the Provinces.

II. Review by Provinces

The early history of water power development in Canada was briefly sketched in a paper before the First World Power Conference and need not be repeated here, except to emphasize the point that the development of long distance transmission provided the key to release the power contained in large water power sites for useful work. Sites of several thousands of horse power could not be fully utilized while the application of that power was restricted to the area that could be reached by mechanical or low voltage electrical means. When the radius of application widened, the power that could be produced at a single site increased, until now single developments of several hundred thousand horse power are not only quite feasible, but are advantageous because of the economies incidental to large undertakings and, conversely, transmission and distribution systems are spreading across the country so that nearly everywhere from coast to coast, factories municipal services and homes are energized efficiently and at low cost by electricity produced in hydro-electric developments possibly many miles distant.

The extent and development of water power in Canada varies in accordance with topographical and climatic changes and is also affected by variations of policy in different administrations; for this reason a more extended discussion of the subject can best be given under provincial divisions with, sometimes, further subdivisions into districts.

British Columbia

British Columbia the most westerly province of Canada has an area of approximately 356,000 square miles and being traversed by three distinct mountain ranges is for the most part rugged while the climate and precipitation show wide variations, the latter varying from an average of less than 10 inches per annum over the interior plateau to upwards of 100 inches per annum in the coastal belt.

Available Water Power Resources

The available water power resources of British Columbia are estimated at 1,931,000 HP under conditions of ordinary minimum flow and 5,100,000 HP for six months of the year. These estimates are most conservative as they are based upon head and flow records for individual streams and take no account of the numerous natural opportunities for storage, or make any allowance for the many excellent natural facilities for storing the flow of several streams in one or more reservoirs and releasing it through a single high head power plant.

Developed Water Power

The total hydraulic turbine installation of British Columbia is now 560,042 HP of which 418,210 HP is developed by central electric station organizations for general industrial, commercial and domestic use, 81,000 HP is installed in pulp and paper mills and 60,832 HP in other industries, notably mining and smelting and the production of sawn lumber.

Central Electric Station Developments

The principal central electric station developments are those of the British Columbia Power Corporation serving the Vancouver and Victoria districts, the West Kootenay Power and Light Company serving the Nelson and Southern boundary districts and the East Kootenay Power Company serving the Fernie and Eastern boundary districts and extending a considerable distance into the Crowsnest Pass mining area of Alberta.

Power for the Vancouver area is received from four plants, two on the North Arm of Burrard Inlet, 16 miles from Vancouver drawing water from Lakes Buntzen and Coquitlam and two on the Stave river, the first at Stave Falls, 36 miles from Vanvouver and the second 10 miles above Stave Falls on the shore of Stave lake and operated by water drawn through a tunnel from Alouette lake whose natural flow was reversed by damming to provide the necessary power for the upper plant and to augment the power already in use at Stave Falls. The Coquitlam-Buntzen plants operate under an average head of 395 feet and have an aggregate installation of 84,000 HP The Stave Falls plant operates under an average head of 113 feet and has an installation of 77,500 HP while the Stave lake plant which is automatically controlled from Stave Falls has an average head of 125 feet and an installation of 12,500 HP. The extensive transmission system serving Vancouver and the surrounding district is shown on Fig. 6.

Power for the Victoria district is generated in three stations, one on the Goldstream river, 12 miles from Victoria where under an average head of 670 feet, 3,400 HP is installed and two at the mouth of the Jordan river 36 miles from Victoria where under an average head of 1,145 feet 25,000 HP is installed in one plant and 2,250 HP in a second recently completed automatically controlled plant drawing water from the same diversion dam. Fig. 7 illustrates the transmission systems serving the Victoria area.

The British Columbia Power Corporation which controls the above described plants is now engaged upon two extensive developments to augment the supply of power for the Vancouver district. The first of these is a development at Ruskin near the mouth of the Stave river where 42,500 HP is being initially installed for operation in the autumn of 1930; the ultimate capacity to be 170,000 HP. The second project is on the Bridge river where by a series of dams the water is to be diverted through a tunnel 13,200 feet in length and thence through penstocks to a power house on Seton lake where under a head of some 1,300 feet 80,000 HP is expected to be in operation by 1932. Further stages involve the construction of additional storage dams, enlargement of tunnel and power house capacity until an ultimate installation of 550,000 to 700,000 HP is reached.

Power for the Nelson and Southern boundary districts is supplied by the West Kootenay Power and Light Company and more locally by the Municipality of Nelson. The former Company operates three plants on the Kootenay river, the first at Upper Bonnington Falls where 34,000 HP operates under an average head of 70 feet, the second at Lower Bonnington Falls where the former plant of 4,016 HP was replaced in 1925 - 1926 by one of 60,000 HP and the third, completed in the fall of 1928, at South Slocan where 75,000 HP is operated under a head of 70 feet. This Company now proposes to develop 80,000 HP on the Pend d'Oreille river and is considering another development of 20,000 HP on the Adams river.

The Municipality of Nelson operates a plant at Upper Bonnington Falls to serve Nelson and some smaller adjacent municipalities. It operates under a head of 60 feet and the installation has recently been increased from 3,570 HP to 6,570 HP.

The Fernie and Eastern boundary district receives power from two plants operated by the East Kootenay Power Company, one on the Bull river near Aberfeldie where 7,200 HP is operated under an average head of 275 feet and one at Elko on the Elk river where 15,000 HP is installed and operates under an 85 feet head. This Company is now investigating the possibilities of a further 15,000 HP development on the Elk river at Phillips Canyon.

In addition to the outstanding central electric stations described there are many smaller hydraulic developments utilized for the supply of electricity for public use.

Pulp and Paper Installations

There are seven mills in British Columbia engaged in the pulp and paper industry using hydro-electric power. Two of these operate with purchased power and the remainder produce their own water power to the extent of 81,000 HP. Amongst the largest is the mill of the Powell River Company Limited on the Powell river which has a total turbine installation of 49,860 HP, of which 35,460 HP is connected to electric generators and the remainder is used directly to drive mill machinery. Another large installation is that of the Pacific Mills Limited on the Link river at Ocean Falls where, of 26,850 HP turbine capacity, 9,600 HP is directly connected to machinery and the remainder to electric generators. The electric power produced is, in both cases, mainly used in the manufacture of pulp and paper although a small amount is sold for municipal use in their immediate vicinity.

Power for Mining

The mineral industry in British Columbia has large power requirements and furnishes by far the heaviest load in the Nelson-Rossland and Fernie-Cranbrook districts. The Consolidated Mining & Smelting Company of Canada, which operates a number of zinc, lead and copper properties in both the West and East Kootenay areas, is the largest consumer and in addition power is transmitted from the East Kootenay plants for coal mining in the Crowsnest pass.

On the Pacific coast the extensive copper and gold areas receive power from a number of important developments, whilst amongst the water power stations developed solely for mining purposes may be mentioned two owned by the Granby Consolidated Mining, Smelting and Power Company, with a combined installation of 13,200 HP on Falls creek and two by the Britannia Mining and Smelting Company, totalling 19,070 HP on Britannia creek, whilst on Vancouver Island there is a 12,000 HP plant on the Puntledge river supplying power to Canadian Collieries Limited for coal mining.

Alberta

Alberta, the most westerly of the Prairie Provinces, has a total area of about 225,000 square miles. The southern part of the province is part of the great central plain the prairie lands extending from the International Boundary to approximately the line of the North Saskatchewan river, then follows an area of mixed prairie and woodland succeeded in turn by the northern forests which dense at first thin out towards the northern boundary.

The southern part of the province is drained by the Saskatchewan river system and the northern by the Slave and its main tributaries the Peace and Athabaska. Precipitation is low in Southern Alberta but towards the north it increases to about 20 inches per annum.

Available Water Power Resources

The water power resources of the Province of Alberta are estimated at 390,000 HP under conditions of ordinary minimum flow and 1,049,500 HP for six months of the year. The principal power rivers of the southerly portion of the province are the Bow. North Saskatchewan and Brazeau having estimated aggregate power resources of 70,000 HP for six months of the year but with advantage taken of natural storage economic capacities it is believed that this figure could be doubled or trebled.

In Northern Alberta the Athabaska, Peace and Slave have aggregate power resources estimated at close to 1,000,000 HP. No power development has yet taken place on these streams, but the rapid northward trend of settlement and mineral discovery is directing attention towards them.

Developed Water Power

The total hydraulic installation of Alberta is 70,532, HP all but 212 HP of which is installed in central electric stations. With the exception of a 960 HP development of the Dominion Parks Branch on the Cascade river and an 800 HP installation at Lake Louise the production of hydro-electricity is practically confined to the Bow river developments of the Calgary Power Company which serves a transmission system which covers the whole of the western portion of the province from Edmonton south to the International Boundary. The Company owns three developments on the Bow river with 11,600 HP installed at Kananaskis Falls, 20,000 HP at Horseshoe Falls and 36,000 HP at the recently completed Ghost development. This Company also controls the 780 HP development formerly operated by the Calgary Water Power Company in Calgary.

Utilization of Developed Power

With the exception of the power used in the Crowsnest Pass for coal mining and secured from the developments of the East Kootenay Power Company in British Columbia, the power developed is used almost entirely for manufacturing, municipal and domestic use. The Calgary Power Company sells power in bulk to some municipalities and in others has taken over the distribution as well. Many of the municipalities, particularly the larger ones, already possessed fuel power stations and the Company owns or operates some of these or purchases power therefrom to supplement the supply of power to the transmission system when the load is greater than can be met by the hydro-electric supply. Fig. 8 shows the transmission systems of the province.

Saskatchewan

The Province of Saskatchewan has an area of 252,000 square miles and may be divided into the two main divisions of the plain region and the Laurentian plateau. The southern part of the province lies in

the great central plain of North America but the northern is of an entirely different character being part of the Laurentian plateau with rocky uneven surface, well wooded and plentifully interspersed with lakes, swamps and muskegs.

The southern portion of the province is drained by the North and South Saskatchewan which unite to form the Saskatchewan while the northern portion is drained easterly by the Churchill and westerly by the Black.

Available Water Power Resources

The water power resources of Saskatchewan are estimated at 542,000 HP at ordinary minimum and 1,082,000 HP at ordinary six months flow. The water power sites in the southern portion of the province have their values impaired by the low winter flow and summer floods but may possibly be advantageously developed in conjunction with fuel power plants. The more extensive resources of the northerly streams have until recently been too far afield for development but the opening up of new mining fields in Saskatchewan and adjacent portions of Manitoba has already led to the commencement of construction at the Island Falls site on the Churchill river.

Developed Water Power

Except for a small development of 35 HP in connection with an Indian mission the Island Falls site referred to above is the first to be developed in the province. This development which is being made by the Churchill River Power Company will be 84,000 HP of which the initial installation of 42,000 HP will soon be in place. The power will be transmitted 65 miles to the Flin Flon Mine of the Hudson Bay Mining and Smelting Company, the parent company. A stated portion of the power, on requisition of the Government of Saskatchewan, must be made available for public distribution.

Manitoba

The Province of Manitoba has a total area of 250,000 square miles and the Nelson river, which lies entirely within its boundaries, drains the vast area which contributes water to Lake Winnipeg. This watershed comprises nearly one-half the area of Alberta and Saskatchewan, a considerable area in Western Ontario and Northern Minnesota and North Dakota, while about three-fifths of the whole of Manitoba is tributary to the Lake Winnipeg-Nelson river basin.

A line, commencing a few miles west of the Lake of the Woods and extending northward and westward following the east shore of Lake Winnipeg and thence northwesterly to the Saskatchewan boundary, divides the Province of Manitoba into two sections. To the west and south of this line is the great central plain of North America, while to the north and east is the great Laurentian Plateau, both of which have already been described.

Precipitation in Manitoba ranges from about 18 inches in the south to 15 inches in the north with an average of 20 inches on the watersheds in the eastern part of the province.

Available Water Power Resources

The water power resources of the Province of Manitoba are estimated at 3,309,000 HP under conditions of ordinary minimum flow and 5,345,000 HP for six months of the year. The outstanding power river of the province is the Nelson which, between Lake Winnipeg and Hudson Bay has a descent of 710 feet and a power capacity of from two and a half to four million horse power. The most important power river from the point of present utility is the Winnipeg, capable of supporting an installation of about 750,000 turbine horse power and already the chief source of energy for southern Manitoba. Other large power sites exist on the Churchill river and at Grand Rapids on the Saskatchewan river, whilst the smaller rivers possess many sites of considerable economic value.

Developed Water Power

The total turbine installation in Manitoba is now 311,925 HP, of which nearly 311,000 HP is on the Winnipeg river — 105,000 HP at the Pointe du Bois plant of the City of Winnipeg, 37,800 HP at the Pinawa station of the Winnipeg Electric Company and 168,000 HP developed by a subsidiary of the same company, the Manitoba Power Company, at Great Falls. Another subsidiary of the Winnipeg Electric Company, the Northwestern Power Company, is now engaged on a 225,000 HP undertaking at Seven Sisters Falls, half of which will be shortly brought into operation under reduced head. The Seven Sisters development will bring about the abandonment of the Pinawa development which utilizes water in a side channel, which water will be rediverted to the main river. The City of Winnipeg has also commenced a development at Slave Falls, on the Winnipeg river, with an ultimate designed capacity of 100,000 HP. No other power developments in the province can be considered as imminent although a project is under consideration for Whitemud Falls on the Nelson river where a 300,000 HP installation has been proposed, whilst a number of smaller sites are being actively considered for the supply of power for mining in the northern sections of the province.

Utilization of Developed Power

The principal use of Winnipeg river power is for transmission to Winnipeg and district for general industrial, municipal and domestic purposes. The transmission systems are illustrated in Fig. 9, which indicates also that is transmitted to the pulp and paper mill of the Manitoba Paper Company, a subsidiary of the Abitibi Power and Paper Company, Limited, at Fort Alexander and for mining in the Central Manitoba area.

Ontario

The Province of Ontario has an area of about 407,000 square miles and is divided into two main watersheds, one draining southerly into the Great Lakes and St. Lawrence river and the other northerly into Hudson and James Bays. The extreme westerly portion of the province drains to Hudson Bay by way of the Winnipeg and Nelson rivers. With the exception of the comparatively small area in the south bounded by lakes Huron, Erie, Ontario and the St. Lawrence and lower Ottawa rivers and an area in the far north comprising the coastal plain, the whole of Ontario lies within the Laurentian Plateau and possesses its characteristics which have already been described.

Precipitation in the lower Great Lakes and St. Lawrence basin ranges from 30 to 40 inches per annum, in the upper Great Lakes and northwesterly portions of the province it ranges from 20 to 25 inches and in the far north diminishes to 20 inches or less.

Available Water Power Resources

The water power resources of the Province of Ontario are estimated at 5,330,000 HP under conditions of ordinary minimum flow and 6,940,000 HP for six months of the year. The outstanding resources are situated on the Niagara and St. Lawrence rivers. On the Niagara, the power of which is shared with the United States, the complete power capacity is from five to six million horse power, but by international treaty Canada is restricted to a total diversion of 36,000 and the United States to 20,000 cubic feet per second and the figures given above for the extent of available power resources in Ontario takes account of this restriction. The available power on the St. Lawrence where it forms the boundary is from one and a half to two million horse power. These also are shared with the United States. Another river, the Ottawa, which forms the boundary between Ontario and Quebec, possesses large power resources estimated at from 600,000 to 1,000,000 HP which would be shared between the two provinces. To specify every river possessing considerable power capacity would require considerable space and it will suffice to state here that throughout the whole Laurentian area many power rivers are to be found ranging in capacity from the Abitibi of from 230,000 to 335,000 HP downwards to those having a capacity of 1,000 HP or less.

Developed Water Power

The present total turbine installation in Ontario is 1,959,675 HP and virtually the entire energy requirements of the province for industry and for municipal and domestic uses is supplied by this development supplemented by power purchased in bulk from hydro-electric stations on the Gatineau and Quinze rivers in Quebec. Consideration of this development can best be made by treating it under the subheadings of Central Stations, Pulp and Paper, and Mining.

Central Station Developments

By far the largest organization for the production and distribution of central station power is the Hydro-Electric Power Commission of Ontario. The Commission operates eight systems through which it sells power to some 550 municipalities and owns and operates 25 power stations with an aggregate installation of 1,047,879 HP. In addition it purchases power from the Gatineau Power Company for its Niagara and three Eastern Ontario systems. The largest system is the Niagara which serves the whole southwestern peninsula from East of Toronto as far West as Windsor and is supplied by the Commission's Queenston development of 502,000 HP, the Ontario Power station of 208,200 HP, and the Toronto Power station of 164,000 HP, all three at Niagara Falls. In addition to this installation, totalling 874,200 HP, the Commission purchases power from the Gatineau Power Company under a contract for the supply of 230,000 to 260,000 HP. Delivery of this power is taken at the Ottawa river to which the Company transmits it and is conveyed from there over the Commission's own 220,000 volt line to Toronto. The Georgian Bay system is served by six stations with an aggregate capacity of 25,050 HP; the Nipissing system by three stations totalling 57,000 HP; the Ottawa system by power purchased in bulk; the Thunder Bay system by a 75,000 HP plant on the Nipigon river; the Central Ontario and Trent systems by nine plants on the Trent Canal with an aggregate capacity of 57,980 HP; the St. Lawrence system by purchased power and the Rideau system by two stations aggregating about 4,500 HP and by purchased power.

The Commission is at present providing for the growing demand for power by recent purchases of developed and undeveloped sites, by installing a tenth unit, 58,000 HP in its Queenston plant and by a new station of 54,000 HP at Alexander Landing on the Nipigon river. A contract has also been made recently with the Beauharnois Light, Heat & Power Company in Quebec, whereby the Commission will purchase 250,000 HP at $ 15.00 per HP year, delivery to commence in 1932.

While the Commission operates slightly more than three-fifths of the total central electric station installation of Ontario there are a number of outstanding instances of distribution under joint stock company ownership, particularly of power developed for specific uses such as mining or pulp and paper manufacturing. The largest of these systems, the Canada Northern Power Corporation serves the gold and silver mining areas in Northern Ontario and Northwestern Quebec from seven stations in Ontario with an aggregate installation of 53,340 HP and one in Quebec of 40,000 HP This Company has also commenced the construction of a plant on the Montreal river, its fourth on that stream, where 13,000 HP will be installed. The International Nickel Company of Canada operates through subsidiary companies five plants on the Vermilion and Spanish rivers with an aggregate installation of 62,500 HP much of the output being used in the mining and smelting plants

of the parent company although a considerable portion is sold for general industrial and domestic use. The Abitibi Electrical Development Company, a subsidiary of the Abitibi Power and Paper Company, operates a 48,000 HP plant at Island Falls on the Abitibi river from which power is sold for general distribution and the remainder used to supplement the supply for the parent Company's Iroquois Falls Mills where 58,000 HP additional is installed. The Keewatin Power Company has two plants totalling 30,875 HP at the outlets of the Lake of the Woods, developed for general distribution and for supplying the mills of its parent company, Kenora Paper Mills Limited. The Ontario and Minnesota Power Company operates four plants totalling 51,850 HP on the Seine and Rainy rivers, for general distribution and pulp and paper mill supply. Among the privately owned plants doing a purely central station business may be mentioned that of the Dominion Power and Transmission Company at Decew Falls where 45,000 HP is developed for distribution in Hamilton and vicinity, the Great Lakes Power Company's 28,000 HP plant at Sault Ste. Marie, the Kaministikwia Power Company's 35,000 HP plant at Kakabeka Falls, near Fort William and the Ottawa Electric Company's three stations on the Ottawa river at Ottawa which have an aggregate installation of 13,100 HP Fig. 10 shows the transmission systems operated in the province.

Pulp and Paper Installations

There are 48 pulp and paper mills in Ontario operated by hydraulic power over half of which develop all or part of the power used in operating them. The mills producing their own power have an aggregate installation of 238,880 HP of which approximately 60 per cent is hydro-electric and the remainder direct connected to the mill machinery while much of the power purchased is secured from central electric stations developed under the aegis of the pulp and paper companies supplied. Among the larger installation not specifically referred to in the preceding section may be mentioned those of the Abitibi Power and Paper Company at Smooth Rock Falls, Sault Ste. Marie, Espanola and Sturgeon Falls which total to 68,340 HP those of the Spruce Falls Power and Paper Company of Kapuskasing totalling 58,750 HP and that of J. R. Booth Limited at Ottawa, 29,000 HP.

Power for Mining

The Province of Ontario ranks first amongst the provinces in diversity and value of mineral production and the mineral industry secures practically all its power requirements from water power. Here again much of the power is developed by central station organizations under the control of the mining companies. The principal producers being the Canada Northern Power Corporation and International Nickel Company of Canada already referred to. In addition the Wahnapitae Power Company which has been recently acquired by the Hydro-Electric Power Commission of Ontario operates three stations in the Sudbury

district aggregating 16,900 HP, the Algoma district is served from two stations aggregating 21,170 HP and the Red Lake district by a recently completed plant of an initial installation of 5,000 HP.

Quebec

The Province of Quebec with a total area of some 600,000 square miles is comprised in two main drainage basins, the St. Lawrence river and gulf and James and Hudson Bays. There are also smaller areas which drain respectively into the Bay of Chaleur, into the St. John river and thence through New Brunswick and a third, the Koksoak, which flows into Ungava Bay.

North of the St. Lawrence practically the whole territory is part of the Laurentian Plateau which, as has already been stated, is favourable to the widespread location of water powers both great and small. South of the St. Lawrence and west of a line from the City of Quebec to the foot of Lake Champlain the country is a comparatively flat plain broken only by hills rising abruptly to heights of about 1,000 feet. East of this line the territory becomes more rugged being part of the Appalachian highlands.

Throughout the St. Lawrence basin precipitation ranges from 30 to 40 inches annually while towards the Hudson Bay it diminishes to 25 inches or less.

Available Water Power Resources

The total available resources of the Province of Quebec are estimated to be 8,459,000 HP under conditions of ordinary minimum flow or 13,064,000 HP ordinarily available for six months of the year.

There are a great many rivers in the province with large power resources — the St. Lawrence with from two to two and a half million HP, the Saguenay with from one and a quarter to one and a half million and the St. Maurice with upwards of a million HP, are the largest with many others having capacities of from 100,000 to 1,000,000 HP, in fact, there is no section of the province far removed from available water power.

Developed Water Power

The present turbine installation in the province is 2,572,418 HP, more than double what it was at the time of the First World Power Conference, while there is no abatement in construction operations. A 260,000 HP initial development is expected to be completed on the Saguenay in 1931 and expanded later to an ultimate installation of 1,000,000 HP; another development on the Lievre of 90,000 HP initial and 120,000 HP ultimate installation is under construction; a 500,000 HP development at Beauharnois on the St. Lawrence has recently been commenced and many others are in active prospect.

Utilization of Developed Power

As in Ontario, the use of power is most easily treated under the subheadings of Central Station, Pulp and Paper, and Mining, bearing in

mind that many central stations provide power for the manufacture of paper and for the mining industry, whilst other power plants which were developed primarily for these industries also do a central station business.

Central Electric Station Development. The more notable central electric station developments are those of the Gatineau Power Company which operates 6 plants aggregating well over half a million horse power on the Gatineau and Ottawa rivers in the Hull-Ottawa district and 12 smaller stations serving the district along the north shore of the Ottawa river between Hull and Montreal; the Montreal Light, Heat and Power Consolidated serving the city and district of Montreal from three stations totalling 229,500 HP on the St. Lawrence and one of 21,600 HP on the Richelieu river; the Southern Canada Power Company serving the district south of Montreal to the International boundary from five stations totalling 58,580 HP; the Shawinigan Water and Power Company and subsidiaries serving the districts along the north shore of the St. Lawrence from Montreal to Murray Bay east of Quebec City and between the St. Lawrence and the International and New Brunswick boundaries from sixteen stations with a total installation of 647,850 HP and the Duke-Price Power Company operating a 495,000 HP station at Isle Maligne on the Saguenay river. This latter station serves large pulp and paper and aluminum industries as well as other local demands. The transmission systems of all of the above mentioned organizations are interconnected for the exchange of power. The generating stations and transmission systems of the populated section of Quebec are illustrated on Fig. 11 which serves to show that hydroelectric energy is everywhere available in ample quantity to meet the industrial and domestic demands of the province.

Pulp and Paper Installations. In the Province of Quebec there are 53 mills utilizing hydro-electricity in the production of pulp and paper. The mills maintaining and developing their own power have an aggregate turbine installation of 215,736 HP of which 145,296 HP is direct connected to mill machinery and 70,440 HP to electric generators. In addition to the mills purchasing all their power requirements many of the mills developing power supplement it by purchased power. The supply of power for industry will shortly be increased by the completing of a 90,000 HP development on the Lievre river to supply a pulp and paper mill being built near Buckingham.

Power for Mining. Under this heading should also be included power used in the production of aluminum and in electro-chemical industries. Comparatively recently the Rouyn Mining area has been opened up and is supplied by a development on the Quinze river which has already been mentioned as furnishing power for mining in Ontario. This plant is operating under 70 feet head with an installation of 40,000 HP. It is proposed to increase the capacity to 56,000 HP by raising the head to 90 feet. At Shawinigan Falls on the St. Maurice river there is a substantial electro-chemical industry obtaining power from the St. Maurice

river stations. Recently the Aluminum Corporation of Canada established a plant for the production of aluminum at Alcoa. This industry at present secures power from the Isle Maligne development, though a subsidiary, the Alcoa Power Company, has commenced a hydro-electric development at Chute-a-Caron on the Saguenay river which, as already stated, will have an initial installation of four 65,000 HP units to be completed in 1931 and an ultimate capacity of about one million horse power.

Storage Developments. An outstanding feature of power development in the province of Quebec has been the construction by or under the control of the Quebec Streams Commission of storage dams to regulate and augment the flow of streams so as to greatly increase their available power. Such dams have been constructed on the St. Maurice, St. Francois, Ste. Anne-de-Beaupre, Metis and Gatineau rivers and on Lake Kenogami. The most recently completed storage project that on the Upper Gatineau river, was commenced in 1926 with the construction of the Mercier dam and has just been brought to a successful conclusion by the completion of the Cabonga dam. It provides two reservoirs for the regulation of the Gatineau river, the Baskatong of 96,000,000,000 cubic feet and the Cabonga of 45,000,000,000 cubic feet. The Commission has an extensive storage project under way at the present time to regulate the flow of the Lievre river by a reservoir of 25,000,000,000 cubic feet at Cedars rapids while it has recently been announced that the Shawinigan Water and Power Company under the authority of the Commission will construct a reservoir on the Mattawin river which will warrant an addition of 100,000 HP to the company's plants at Grand' Mere, Shawinigan Falls and La Gabelle.

Maritime Provinces

The Provinces of New Brunswick, Nova Scotia and Prince Edward Island, with a total area of about 51,600 square miles, are known collectively as the Maritime Provinces and both geographically and geologically differ completely from Ontario and Quebec. The Laurentian Plateau does not extend into these provinces, the climate is more moderate, the precipitation greater and the watersheds are smaller. The ample precipitation of from 40 to 55 inches annually, comparatively high altitudes approaching to the seashore and many natural reservoir sites, all contribute to the making of a number of attractive power sites. These sites when compared to those already discussed are relatively small but are nevertheless of considerable aggregate capacity and constitute a valuable economic natural resource.

Available Water Power Resources

The aggregate resources of these provinces is 82,400 HP under conditions of ordinary minimum flow and 302,900 HP for six months of the year, but with storage will justify a turbine installation consider-

ably in excess of the larger figure, in fact the installed capacity is already 223,076 HP.

Developed Water Power

The present installation in New Brunswick is 112,131 HP, in Nova Scotia 108,406 HP, and in Prince Edward Island 2,439 HP. In New Brunswick there is one large development, that of the St. John River Power Company at Grand Falls on the St. John river where 60,000 HP is installed of an ultimate 80,000 HP capacity. Other subtantial developments are 14,000 HP on the Nipisiguit river and 11,400 HP on the Aroostook river. The New Brunswick Electric Power Commission has now been in operation for about 10 years and distributes power in a number of districts. This power is produced in the Commission's own 11,100 HP station on the Musquash river, supplemented by power produced in privately owned stations. In Nova Scotia recent power development has been largely due to the Nova Scotia Power Commission which has developed a number of sites to supply power for both general distribution and for sale in bulk for industries. The number of the Commission's installations is now ten, and the aggregate installation 60,905 HP or over 56 per cent of the total for the province. Water power development in Prince Edward Island is limited by the small extent of the power resources which consist of a number of mill-sites on small streams in the main only large enough to supply energy for a mill or small community. The most recent development was of 160 HP completed in 1927.

Utilization of Developed Water Power. Approximately 75 per cent of the developed power in New Brunswick is distributed by central electric stations, reference to Fig. 12 showing the considerable areas enjoying such service. Pulp and paper mills of which there are six operating on hydraulic power either developed as part of the mill project or purchased from central stations maintain an installation of 13,728 HP of which all but 1,900 HP is converted to electricity.

In Nova Scotia approximately the same conditions obtain as in New Brunswick. Almost 71 per cent of the power is installed in central electric stations and the pulp and paper mills of which there are eight operating and one under construction have an installation of 16,008 HP all directly connected to mill machines and also purchase considerable electric power from the central stations.

The Yukon and Northwest Territories

These territories have a total area of one and a half million square miles and aggregate power resources estimated at 294,000 HP under conditions of ordinary minimum flow and 731,000 HP for six months. These estimates are based, in the main, on the reports of members of the geological survey and other explorers and not upon actual measurements of flow and fall, although some reconnaissance measurements have been taken in the Yukon. The development of power is so far

restricted to the Yukon and amounts to 13,199 HP used for the supply of Dawson and to supply power for gold dredging operations in that area. It is possible that the development of silver-lead properties in the Mayo district will require water power development, whilst a number of sites in the Great Slave lake areas are being spoken of to supply power for the working of recent mineral discoveries to the south of that lake. It is possible, therefore, that with the opening up of Northern Canada there will be in time a considerable amount of water power development in the Northwest Territories.

III. Administration

Recent Water-Power Legislation and Tendencies of Administrative Policy

Introduction

The third section of the paper on Canada's water-power resources presented at the First World Power Conference in 1924 contained a description of the administrative policies and procedures adopted in the various parts of Canada for the control of water-power development and a synopsis of the basic laws in force in each province. No important changes have been made in these policies and laws since 1924 and the great increase in development already described has taken place in accordance with administrative principles now well established which have proved sound and adequate to meet the conditions of an expanding and highly specialized industry.

The two main principles on which water-power development is based throughout Canada may be described as public ownership and operation under government agency and private ownership and operation under controlled conditions, or more specifically, —

1. Development of power sites and transmission and sale of power at cost by a commission appointed by a provincial government, acting under legislative authority and financially supported by the credit of the province;
2. Granting of power privileges to municipalities, companies or individuals by lease or license for a definite term, under government control of rates and service and subject to charges for the privilege granted.
   Power sites privately owned may also be developed upon complying with the Dominion and provincial laws in regard to works in water, but subject, in the cases of public utilities, to control of rates and service.

Public ownership with the supply of power at cost is general throughout the greater part of Ontario, and has been adopted on a smaller scale in New Brunswick, Nova Scotia, Manitoba and Saskatchewan. In Manitoba, the Power Commission operates an extensive system of transmission but buys nearly all the power which it distributes. In Saskatchewan, a Power Commission was appointed in 1929 under

authority of an act of the Legislature passed early in that year and based on the similar acts already in force in Ontario and other provinces. The Commission has begun its operations by acquiring the municipal fuel-power plants in Saskatoon and some of the neighbouring towns; and by making suitable interconnections has thus begun to build up a power system.

Privately owned developments play an important part in supplying the power requirements of all the Provinces and, in some cases, the outstanding or major part. Power companies operating sites leased from the Crown have built up great undertakings in Quebec, Northern Ontario, Manitoba, Alberta and British Columbia which form the basis of the industrial and domestic well-being of these areas. The sale of blocks of power at economic rates from privately owned developments to the public ownership commissions constitutes an important factor in balancing power supplies with the demand in several important areas and jointly and beneficially meets the purposes and requirements of the two types of development.

Public ownership and municipal and private enterprise are thus to be found side by side throughout Canada either in the same or in neighbouring provinces and the two policies, so different in principle, are alike in the great results which they have achieved. The outstanding example in Canada of public ownership is the Hydro-Electric Power Commission of Ontario which has become the world's largest power producing and distributing agency. The group of power companies serving the metropolitan district of Montreal and adjacent areas and those supplying similar facilities in other provinces show the possibilities of private enterprise. The descriptions of these developments in the earlier part of this paper bear testimony to the great progress which has been made in hydro-electric practice under both administrative policies.

The reader is referred to the previous paper of 1924 for a general survey of water-power legislation in Canada and of the policies which have been adopted to aid in the production of low-cost power, but it may be repeated, in order to make clear what follows, that under the plan of self-government which has been adopted for the Dominion of Canada, those provinces which in a general sense own their natural resources have, through their legislative assemblies, the exclusive right to determine the conditions under which the water-powers within their territorial boundaries may be developed and used, while in those provinces wherein the natural resources are still vested in the Crown in the right of the Dominion, the water-powers are administered by the Parliament of Canada.

The provinces which directly control their water-power resources are Prince Edward Island, Nova Scotia, New Brunswick, Quebec, Ontario and British Columbia. In the others, Manitoba, Saskatchewan and Alberta, the water-power resources are administered under Dominion legislation, as also in the parts of Canada lying outside the provinces,

namely, the Yukon and Northwest Territories. In the Railway Belt of British Columbia, which is a strip of land twenty miles in width on either side of the main line of the Canadian Pacific Railway across the province, transferred by the province to the Dominion as an aid towards the construction of the railway, the water-powers belong to the Dominion but their administration has been entrusted to the province, to be dealt with under the general water-power laws of the province, for economic reasons.

Dominion Control of Navigable Waters

The absolute right of those provinces which own their natural resources to deal with the water-powers within their boundaries is limited by the control of the Dominion over all works in navigable waters. "The Dominion Parliament, which has authority to legislate for the conservancy of navigation, has, beyond doubt, a right to declare what shall be deemed an interference with navigation, and to control all works erected in navigable waters." (Chief Justice Strong, 26 S. C. R. at 538.) In pursuance of this right the Dominion Parliament has enacted that.

"No work (subject to certain minor exceptions) shall be built or placed in, upon, over, under, through or across any navigable water unless the site thereof has been approved by the Governor in Council, nor unless such work is built, placed and maintained in accordance with plans and regulations approved or made by the Governor in Council." (R. S. C. 1927 c. 140 s. 4.)

The nature and extent of the Dominion's control over navigable waters have been freely discussed in recent years and the subject is one which is full of difficulty and of much concern to the provinces. In order to define the respective rights of the Dominion and the provinces with regard to water-powers in navigable rivers, especially those which are interprovincial and international in character, the Dominion Government, after consulting with the provincial governments, drew up a series of questions which were submitted for elucidation to the Supreme Court of Canada in October 1928. The questions, however, proved to be of too hypothetical a character, and the Court declined to answer them in categorical terms. The decision of the Court upon these questions leaves the whole subject much as it was before, but the general conclusion as expressed in this judgment is that a province has the right to control or use the waters in provincial rivers and to develop or authorize the development of water-powers within the province, provided that in so doing navigation is not prejudiced and that the province complies with Dominion requirements as to navigation, and provided further that there is no valid conflicting legislation by the Dominion under an overriding power, such, for example, as the Dominion jurisdiction with respect to canals connecting a province with any other or others of the provinces or extending beyond the limits of the province. (See Re Water-powers Reference, Canada Law Reports, 1929.)

Exportation of Hydro-Electric Power

In 1907 the Parliament of Canada passed the Electricity and Fluid Exportation Act which prohibits the exportation from Canada of electrical power or energy together with petroleum, natural gas, water or other fluid except under license to be granted by the Governor in Council upon such conditions as he thinks proper. Under authority of this act, regulations were established by the Governor in Council on November 4, 1907 setting out the conditions for the granting of export licenses. The principal features of these licenses are that they must be renewed annually and are revocable at will by the Governor in Council if the licensee refuses or neglects to comply with any of the conditions from time to time imposed by the Governor in Council under the act.

Section 10 of the act of 1907 provides that the Governor in Council may impose export duties not exceeding ten dollars per annum per horsepower upon power exported from Canada. In accordance with this provision, an export duty of three one-hundredths of one cent per kilowatt hour upon power exported from Canada became effective on April 1, 1925. This duty is payable monthly by the licensee and is in addition to the yearly license fee of from $ 25.to $ 50.per annum. During the fiscal year ending March 31, 1928 the duty paid on power exported amounted to $ 373,676.21.

Dominion Water Power Legislation

The Dominion Water Power Act remains unchanged since its passage in 1919. The regulations of 1921 under that act have been amended only by an Order in Council of September 10, 1928 which broadens the discretion of a regulating authority in determining the fair rate of return which a water-power licensee may be permitted to earn and introduces the principle that current rates of wages must be paid to all those engaged in the construction, operation and maintenance of developments authorized by the act. The act and regulations, which were prepared with the greatest care, have proved eminently satisfactory as a means of encouraging water-power development and protecting both public and private interests. Although the rights granted are for a definite term of years only, and the Crown reserves the right of recapture, more than $ 80,000,000 have already been invested by private and municipal enterprise in undertakings based upon these regulations.

The only recent legislation dealing with Dominion water-powers is an act entitled an Act respecting Water Power in the Provinces of Alberta, Saskatchewan and Manitoba, passed in 1929, which authorizes the Government of Canada to enter into agreements with the governments of the three provinces named, or any of them, for the transfer to the provincial governments of the administration of the ungranted water-powers on Dominiom lands in these provinces. The water-powers are then to be administered under provincial laws in a manner similar

to that in which the province of British Columbia administers the water powers in the Railway Belt of that province. Up to the present time no agreements have been made under this act, but Alberta early in 1929 passed legislation to provide for the administration of their water-powers in the event of the transfer taking place.

Provincial Power Commission Acts

The provincial acts governing the operations of the power commissions in New Brunswick, Nova Scotia, Ontario and Manitoba remain substantially unchanged since 1924, although many amendments on minor points have been made as experience has shown to be desirable. Important additions have been made to the Ontario and Manitoba acts for assisting in the supply of power in rural districts. The Saskatchewan Power Commission Act of 1929, by means of which that province has now entered on the field of public ownership of power supplies, is very similar to the other corresponding provincial acts and provides adequate authority for the development, distribution and supply of power throughout the province by government agency. As a means of regulating the operations of privately owned supplies of power, public utility commissions have now been established in every province. The most recent act of this nature which provides for the establishment of a public utility commission in Prince Edward Island is described in the section below dealing with that province.

Water Power Legislation in British Columbia

The Water Act, 1924. The basic water-power legislation in British Columbia, the Water Act, was consolidated in 1924 but the administrative system remains unchanged. In 1929, however, an important division was added by which the Board of Investigation became the Water Board and its duties were extended so as to make it a public utility commission with all necessary powers to enquire into and fix rates or tolls and conditions of service for all power companies in the province. There is a right of appeal from orders of the board to the courts. The act provides that every power company shall be entitled to earn a fair return on property used or reasonably held for use in service and that the Water Board in fixing rates must take this into consideration but the act gives no indication of what constitutes a fair return. The regulations under the Water Act also remain unchanged.

Water Power Legislation in Ontario

In Ontario there has been no change in the regulations for leasing water-powers on Crown lands, although the rental charged in new leases is usually one dollar per horsepower-year instead of fifty cents as formerly, the amount of the rental being at the discretion of the Minister of Lands and Forests.

The Water Powers Regulation Act which controls the use of rivers for power purposes also remains unchanged, but the Water Privileges

Act and the Rivers and Streams Act, together with the Saw Logs Driving Act and the Timber Slide Companies Act, have been consolidated to form the Lakes and Rivers Improvement Act, R. S. O. 1927 c. 43.

Lakes and Rivers Improvement Act. The general purpose of the Lakes and Rivers Improvement Act is to specify the conditions under which lakes and rivers and their waters may be used for all purposes, to afford means for harmonizing conflicting interests making use of the waters of any particular stream and to regulate works in water. The provisions which particularly affect the owners or developers of water-power sites are Parts I, II, and VII.

Part I provides for the approval by the Lieutenant-Governor in Council of dams or other structures for impounding water on all lakes and rivers to which the act applies. Dams already constructed may also be made subject to the act and the owner may be required to make repairs or improvements considered necessary for the protection of public or private interests. Officers may also be appointed to regulate the use of streams, including alterations in the flow and water levels. Part II corresponds to Part I of the Rivers and Streams Act and authorizes the Minister of Lands and Forests to determine without right of appeal the respective rights of users of any particular stream to which this part of the act is made to apply by proclamation. Part VII is the Water Privileges Act in revised form and enables the owner of a water privilege to obtain possession of the lands required for its effective utilization, including necessary transmission lines, subject to payment of compensation.

Power Commission Act. The operations of the Hydro-Electric Power Commission of Ontario, which have been described in Section II of this paper, are conducted in accordance with the Power Commission Act, consolidated in 1927 and now forming Chapter 57 of the Revised Statutes of Ontario 1927. No important changes have been made in the constitution or functions of the commission.

Water Power Legislation in Quebec

No change has been made in the policy by which the Quebec water-powers are granted under the form of an emphyteutic lease, and the principal conditions of the standard form of lease are also unchanged. As regards legislation affecting private developments, this also remains practically unchanged, but while the substance of the legislation remains the same, the form of arrangement has been altered by the revision of the statutes adopted in 1925. In this revision the previous system of compiling the statutes as a whole in the form of a code has been abandoned and the statutes are now divided into separate chapters. For example, the reserve of three chains along the banks of non-navigable rivers and lakes, Crown granted since June 1, 1884 is now section 7 of the Quebec Fisheries Act.

The Water-Course Act. The legislation which most directly affects the owners or developers of water-power sites in Quebec is the Water-

Course Act which collects together in one act a number of the provisions previously scattered through different articles of the code. Of the seven parts into which this act is divided, Divisions I, II, III and VI relate to water-power development. Division I affirms the right of the administrative authority to alienate or lease the beds and banks of navigable rivers and lakes, subject to certain conditions. Division II deals with the right of riparian owners to improve water-courses for power and other purposes. Division III authorizes the expropriation of lands required for the utilization of privately owned power sites and Division VI sets out the conditions governing the construction and maintenance of storage reservoirs.

Quebec Streams Commission. The legislation governing the operations of the Quebec Streams Commission, already described in Section II of this paper, was originally passed in 1911 and now forms Division VII of the Water-Course Act.

Prohibition of Exportation of Power. Water-power development by private and municipal enterprise continues to be general in Quebec, but in recent years close attention has been given to the conservation of water-power resources and their utilization in the best interests of the province. To this end, the exportation of power in which the Crown has an interest was prohibited by an act passed in 1926. The first two sections of this act as follows,

> 1. Every sale, lease or grant whatsoever of water-powers, belonging to the Province or in which it has rights of ownership or other rights, made on or after the 24th of March, 1926, shall contain a clause prohibiting the exportation, outside of Canada, of the electric power which may be developed in this Province.
>
> 2. Every contract, permit or grant authorizing, from and after the same date, the installation or passage of transmission lines, in or over the Crown domain, shall likewise contain a similar prohibitive clause.

The same prohibitions apply to existing contracts unless reported to the Minister of Lands and Forests within three months after the coming into force of the act and to renewals of such contracts. This act does not prohibit the export of power from Quebec to another province, and large contracts have been made in recent years for the export of power from Quebec to Ontario.

Water Power Legislation in New Brunswick

Since 1924, the chief interest in water-power development in New Brunswick has centred in the operations of the New Brunswick Electric Power Commission and the development of Grand Falls by the St. John River Power Company.

The latter was incorporated by act of the provincial legislature in 1926 and authorized to develop power at Grand Falls and for that purpose to divert and regulate the flow of the St. John river, to develop

storage in New Brunswick and beyond its borders and to transmit and distribute power anywhere in New Brunswick and beyond its borders. The power company, which is a subsidiary of International Power and Paper Company, Limited, acquired the rights and property of Grand Falls Company, previously incorporated with a provincial charter, and was also granted certain property and storage rights belonging to the province. In connection with the development of storage, the act provides that the owners of other power developments on the St. John river are to contribute to the cost, by payments to the power company for benefits derived from the company's storage "based on the ratio of the respective increases of dependable continuous power at each site created by such storage".

Water Power Legislation in Nova Scotia

The Nova Scotia Water Act, which vests in the Crown the right to the use of water and water-courses in the province, has not been amended since 1920 and is now Chapter 26 of the Revised Statutes of Nova Scotia, 1923. In 1926 the Chairman of the Nova Scotia Power Commission was appointed the Minister to have charge of the administration of the Water Act and the Regulations under it. These Regulations are still substantially in the form in which they were approved by the Minister of Public Works and Mines in 1922.

Water Power Legislation in Prince Edward Island

In 1929 Prince Edward Island fell in line with the other provinces of Canada by passing a Public Utilities Act providing for the appointment of a commission of three members by the Lieutenant-Governor in Council to deal with motor bus services, telephones, light, heat and power companies, and municipal undertakings of a like nature. The commission is given the usual powers to regulate effectively the rates charged and service rendered by public utilities and an appeal may be taken from any of its decisions to the provincial Court of Appeal. The annual expenses of the commission are to be borne by the several public utilities under its jurisdiction in proportion of their gross earnings.

Zusammenfassung

Die Ausnutzung der Wasserkräfte ist seit Beginn dieses Jahrhunderts in Kanada zu einem der wichtigsten Faktoren in der industriellen Entwicklung des Landes geworden und wird es aller Voraussicht nach auch in Zukunft bleiben.

Nach den neuesten Schätzungen beläuft sich die Gesamtleistung der ausbaufähigen Wasserkräfte auf 20 347 400 PS Tagesleistung bei normalem Niedrigwasser und auf 33 617 200 PS Tagesleistung während 6 Monaten. Bei zweckmäßiger Ausnutzung würden diese Wasserkräfte wahrscheinlich eine installierte Gesamtleistung von 43 700 000 PS ergeben.

Diese Wasserkräfte sind auf alle Provinzen des Landes verteilt. Die größten und am leichtesten ausbaufähigen liegen in den von den kanadischen Kohlevorkommen am weitesten entfernten Provinzen.

Zur Zeit der ersten Weltkraftkonferenz betrug die Leistung der in Kanada installierten Turbinen 3 227 000 PS und man schätzte damals, daß bis Anfang 1930 diese Leistung auf 5 200 000 PS anwachsen würde. Der tatsächlich erreichte Wert von 5 711 000 PS überschreitet diesen Wert. Während der 6 Jahre ist die installierte Turbinenleistung um 79% gewachsen, während die Einwohnerzahl um 7% zugenommen hat. Auf 1000 Einwohner entfallen zur Zeit 583 PS an ausgebauter Turbinenleistung.

Während der letzten 6 Jahre sind die Leitungsnetze beträchtlich erweitert und untereinander gekuppelt worden. Zahlreiche früher unabhängige Netze sind unter einheitliche Kontrolle zusammengefaßt worden. Im Jahre 1928 wurde von 18 Gesellschaften mehr als 92% der in Elektrizitätswerken erzeugten Energie geliefert. Gleichzeitig mit der Ausdehnung und Zusammenfassung erfolgte eine Steigerung der Übertragungsspannungen. Zur Zeit gibt es Leitungen von 134 000, 168 000 und 220 000 Volt, während 1924 die höchste Übertragungsspannung 110 000 Volt betrug.

Eine überschlägliche Klassifizierung ergibt, daß 84,1% aller ausgebauten Wasserkräfte auf Elektrizitätswerke entfallen, 10,1% auf Zellstoff- und Papierfabriken und 5,8% auf andere Industriezweige, von denen über ein Drittel auf den Bergbau und ein immer wachsender Anteil auf chemische Industrien entfällt. Das Bestreben der Industrie, den Strom von den Elektrizitätswerken zu kaufen, geht am besten aus der Tatsache hervor, daß der Kraftbedarf der Zellstoff- und Papierindustrie 25,1% der gesamten ausgebauten Wasserkräfte beträgt und der des Bergbaus 8,6%. Der Differenzbetrag wird von den Elektrizitätswerken geliefert.

Die Elektrizitätswerke in Kanada arbeiten fast ausschließlich mit Wasserkraft. 95% der in Elektrizitätswerken installierten Maschinenleistung und 99% der abgegebenen Leistung entfallen auf Wasserkraftwerke. Dadurch ergibt sich eine sehr große Ersparnis an Kohlen, die zum größten Teil eingeführt werden müßten, weil die mittleren Teile des Landes viel günstiger zu den Kohlengruben in den Vereinigten Staaten als zu denen am Atlantischen Ozean oder in den Vorbergen der Rocky Mountains liegen. Diese Ersparnis läßt sich nicht genau schätzen, aber sie könnte, bei vollständiger Ausnutzung der Ersparnismöglichkeiten, einen Betrag von 34 000 000 tons im Jahre betragen. Man schätzt, daß in den letzten 6 Jahren der Ausbau der Wasserkraftwerke und der Fern- und Verteilungsleitungen jährlich Kapitalinvestitionen in Höhe von etwa 94 000 000 Dollar erfordert hat. Die günstige Lage der Elektrizität erzeugenden Industrie ergibt sich am besten aus der leichten Beschaffungsmöglichkeit von Kapital, das zum großen Teil in Kanada aufgebracht wurde.

Wichtigere gesetzgeberische oder Verwaltungsmaßnahmen für den Ausbau der Wasserkräfte haben seit der ersten Weltkraftkonferenz nicht stattgefunden. Öffentliche und private Unternehmungen bestehen nebeneinander, je nachdem die Aufsichtsbehörden die eine oder andere Unternehmungsform begünstigen. In allen Verwaltungsbezirken, in denen Wasserrechte an private Unternehmer verliehen werden, wird diesen die Konzession für eine bestimmte Zeit gesichert, das Kapital genießt einen angemessenen Schutz und das öffentliche Interesse wird durch Aufsichtsmaßnahmen so weit gewahrt, wie man es für erforderlich hält.

Canada

Storage Reservoirs in Canada

Canadian Management Committee

Dr. O. Lefebvre

Statistics respecting the possibilities of the rivers in Canada for producing power have been compiled by the Dominion Water Power and Reclamation Service, Interior Department, Ottawa. The last figures given out show that at low water about 20,000,000 horse-power might be generated, but on the basis of the flow available six months in the year or 50 % of the time, the amount of power possible would be 33,000,000 horse-power or one and two-thirds the possibility at low water.

The amount of power available in each province of the Dominion is given in Table 1 for both, the ordinary minimum flow and the ordinary six months flow:

Table 1

Province	Available 24-hour power at 80 % Efficiency		Relation Six Months Flow to Ordinary Minimum
	At Ordinary Min. Flow H P	At Ordinary Six Months Flow H P	
1	2	3	4
British Columbia	1,931,000	5,103,500	2.6
Alberta	390,000	1,049,500	2.7
Saskatchewan	542,000	1,082,000	2.0
Manitoba	3,309,000	5,344,500	1.6
Ontario	5,330,000	6,940,000	1.3
Quebec	8,459,000	13,064,000	1.5
New Brunswick	87,000	120,800	1.4
Nova Scotia	20,800	128,300	6.4
Prince Edward Island	3,000	5,300	1.8
Yukon and Northwest Territories	125,000	275,300	2.2
Canada	20,197,000	33,113,200	1.64

To this Table 1 has been added a column which shows the relation of the ordinary flow available six months in the year to the ordinary minimum.

In the western provinces of British Columbia and Alberta the ratio is 2.6 and 2.7 respectively, while for Ontario and Quebec, the ratio is 1.3 and 1.5 respectively. This would seem to show that to increase

the low water flow to the six months figures much more storage is required in British Columbia than is required in the central provinces of Ontario and Quebec. The ratio may indicate also that the streams in the mountainous country of western Alberta and British Columbia have a longer period of relatively high water.

The amount of power which has been generated in the different provinces up to January 1st, 1930 has been computed as follows:

Province	H P
British Columbia	588,600 H P
Alberta	70,500
Manitoba	312,000
Saskatchewan	35,000
Ontario	1 952,400
Quebec	2 595,000
New Brunswick	112,600
Nova Scotia	109,100
Prince Edward Island	2,440
Yukon Territory	13,200
Total =	5,790,840 H P

This tabulation has been derived from the statistics issued by the Interior Department, Ottawa, for the 1st of January 1929, to which has been added the amount of power installed during 1929, as given out lately in trade publications, financial reviews and general summaries of power activities during the past year.

The improvement of the rivers for the production of power, if limited to the low water possibility, would mean in the majority of cases, a prohibitive cost. The increase in the amount of water available during the low water periods can be obtained only by changing the distribution of the water from one season to another, that is holding the water into large storage basins during the excessive water supply. The increase in the low water flow means a proportionate increase in the amount of primary power which can be generated under a given head. In some cases, where such control has been realized, the low water flow has been increased to a figure higher than the flow available for six months of the year. It is not contended here that the regulation or control of the flow of all power streams is possible, however desirable it may be.

Storage-reservoirs have been built quite extensively in all of the Provinces where hydro-electric power is generated. In fact, it may be fair to state that all the important power developments have their supply of water assured by storage-reservoirs.

With the increasing demand for power and cheap power, dependable power, the question of increasing the low water flow came very much to the front, more specially with respect to the most accessible sources of power. Comprehensive studies have been made throughout Canada of the quantity of water flowing into the principal streams. The initiative in this field of investigation was taken by the Water

Power and Reclamation Service of the Interior Department at Ottawa. It is true that scattered and very limited investigations of individual streams had been made previously by private power interests, but the above-mentioned Branch of the Dominion Government has the merit of having organized the hydro-electric survey on a large and comprehensive scale, and properly coordinated the data made available. To this work, the Provincial organizations have heartily co-operated, and the Water Resources Papers which are issued from time to time form a most valuable guide for the proper and economic improvement of the power streams.

Seasonal Flow

The flow of the rivers is very variable. In the Central Provinces and the Maritime Provinces, it is generally at its maximum during the spring flood. On the Pacific Coast, and more particularly in Vancouver Island, the high water occurs in the winter, say November, December and January; in the rocky mountain streams of British Columbia the high water occurs in summer, say in May, June and July, — the streams being fed by the melting ice and snows of the high hills.

The minimum flow, except as above-mentioned, generally occurs during the winter months, in February or March. Generally speaking, the ordinary minimum flow reaches one-third of a cubic foot per square mile of drainage area in all of the eastern provinces. The maximum flow reaches up to ten cubic feet per second per square mile of watershed for the large basins, and from twenty-five to thirty for the smaller basins.

The streams draining the western plains of Alberta and Saskatchewan, and part of Manitoba, such as the Saskatchewan and Assiniboine Rivers, have a very low minimum discharge, something of the order of one hundredth of one cubic foot per second, but these are not rated as power streams.

Practicability of Reservoirs

The only method by which the low water of the streams may be increased is by the construction of large reservoirs in which the flood waters, or part of them, are held back by control dams, and distributed during the low water periods.

At the time of spring floods, water flows in excessive volume, always causing inconvenience, and sometimes heavy damage to the riparian proprietors. The surplus water, which is thus stored, constitutes an improvement in the spring flood situation. The reservoirs, therefore, improve both the high water and low water conditions.

A complete control whereby a uniform flow would be available throughout the year is almost impossible to realize. In considering this question, one must bear in mind the fact that the amount of water flowing down a stream is quite different from one year to another, —

there being high water years and low water years. Under those conditions, complete control is almost beyond hope.

It may be stated that the average yearly flow on the St. Maurice River, for example, is about 1.7 second-feet per square mile of drainage area. The low average yearly flow is about 1.2 cubic feet per second per square mile. With the present storage facilities, the flow of the stream is regulated to 1.06 second-feet per square mile.

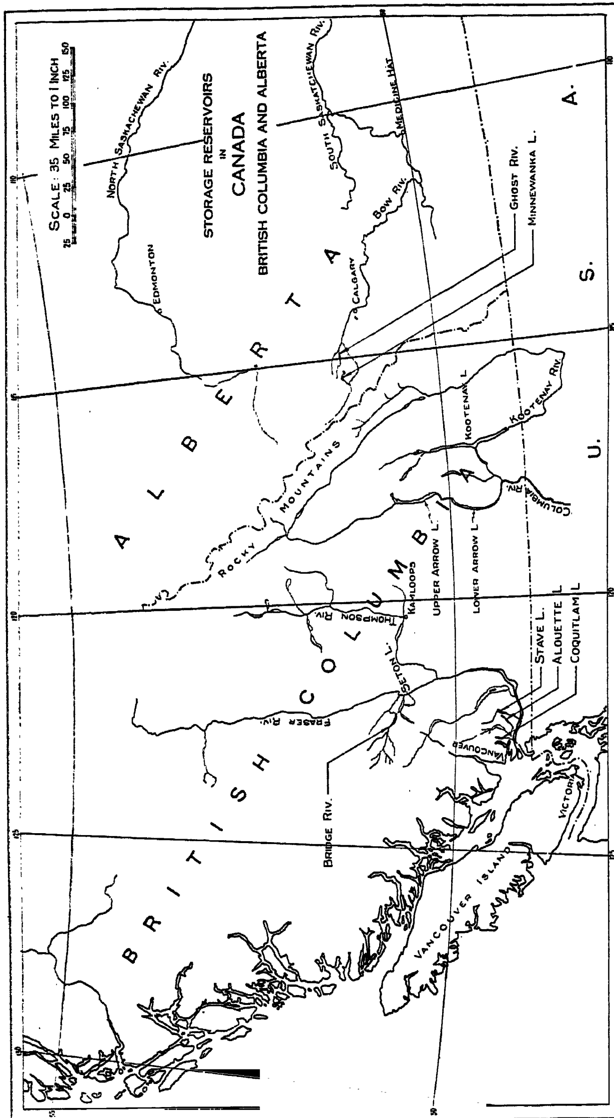


Fig. 1. Reservoirs in Canada — British Columbia and Alberta.

Reservoirs

The construction of reservoirs has been carried out in most of the provinces, and a general outline of the extent to which they have been built in each province is given below.

No details as to cost, or as to the resulting improvement in the flow of the streams regulated are given, except in the case of the rivers in the Province of Quebec, when they are controlled by the Quebec Streams Commission.

British Columbia

In British Columbia the principal power developments are those of the British Columbia Electric Power Company, located on Vancouver Island, to serve the district of Victoria and vicinity, and the power plants of the same Company supplying the City of Vancouver and surrounding district. On Vancouver Island, no large amount of storage has been developed beyond the capacity of the ponds resulting from the construction of power dams. On the main land, storage-reservoirs

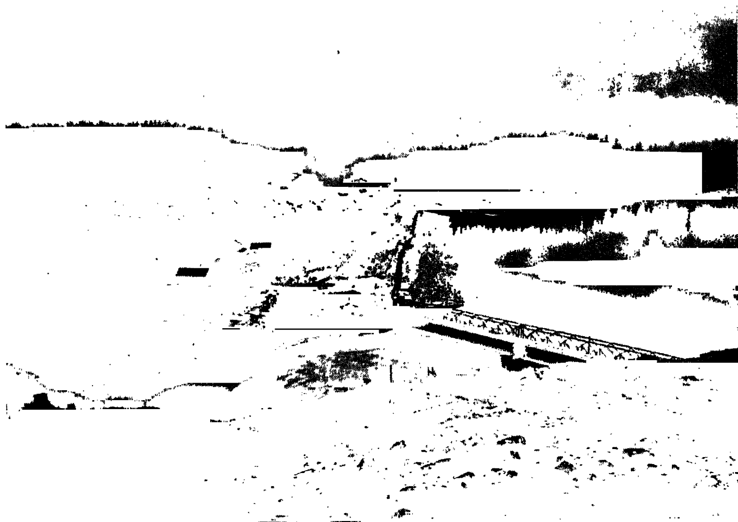


Fig. 2. Coquitlam Dam — Coquitlam Lake British Columbia.

have been created such as: Coquitlam Lake, seven or eight miles north-east of Vancouver, with a capacity of 160 000 acre-feet to supply water to the Buntzen Plant. The same Company built a storage-dam controlling the water from Allouette Lake, — a reservoir with a capacity of 173,000 acre-feet. This water is diverted into Stave Lake through a tunnel and a power plant under a head of about 160 feet. The tailrace of that plant is Stave Lake, which has a capacity of 471,000 acre-feet. Stave Lake discharges through the Stave Falls Power Plant into the Stave River. On the same stream the Ruskin Falls are now being

developed. This system is known as the Allouette Stave Ruskin Development and is located about twenty-five miles north-east of the City of Vancouver, — the system being tributary to the Fraser River.

A third power unit on a large scale is that of the Bridge River, also a tributary to the Fraser. The water of that stream will be diverted through a tunnel into Seton Lake, which lies about 1200 feet lower than the river at the point of diversion. This development is now under construction and, when completed in the next few years, will involve storage-reservoirs having an aggregate capacity of 1,293,000 acre-feet. The power plant will be located on the shore of Seton Lake about fifty miles north from the City of Vancouver.

Another district in the Province of British Columbia, which is remarkable for the amount of power generated, lies in the south-east part of the Province, — the Kootenay District, where are rich deposits of copper minerals, which are being extracted on a large scale. A certain amount of storage is available from the Kootenay Lakes.

Alberta

In the Province of Alberta, the power developed to this date is practically limited to plants on the Bow River, which rises in the RockyMountains in the Banff District, and flows past the City of

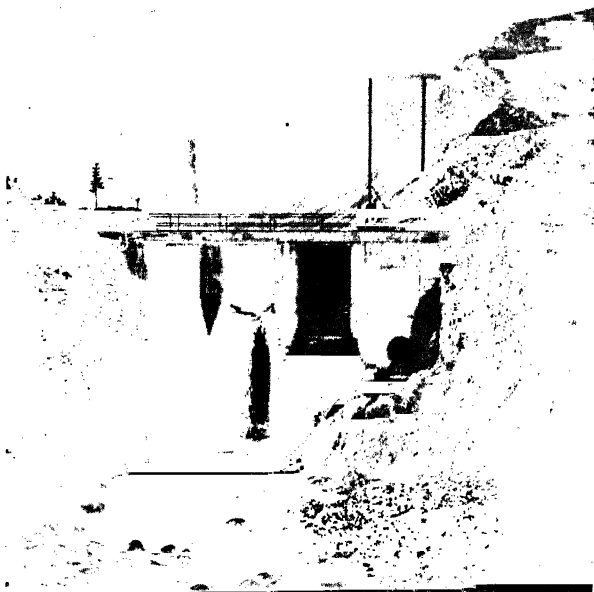


Fig. 3. Lake Minnewanka Storage Dam — Alberta.

Calgary. The Calgary Power Company serves the City of Calgary and district with power generated at two sites on the Bow River. Storage-reservoirs have been created in the Minnewanka Lakes, with a capacity of 44,000 acre-feet. Lately the Ghost Development has been completed and involves a reservoir with a capacity of 73,000 acre-feet.

Saskatchewan

In the Province of Saskatchewan, practically no water power had been developed until the year 1929, when work was commenced on the Island Falls power site on the Churchill River. This power is intended for the mining industry, more particularly the Flin Flon Mine in the northwest section of the Province of Manitoba. It may eventually be transmitted to the northern centres of population in Saskatchewan. No storage is mentioned in connection with this development, — the minimum flow of the Churchill River being, no doubt, sufficient for the present power requirements.

Manitoba

The principal power streams in this province are the Winnipeg and the Nelson Rivers. The Winnipeg has its source into Lake of the Woods, an international body of water located between the State of Minnesota and the Province of Ontario, near its western boundary, and flows into Lake Winnipeg. The total fall between the two lakes is about 340 feet, of which 265 feet are within the limits of Manitoba. Power is developed on a large scale on the Winnipeg River by both the City of Winnipeg and the Winnipeg Electric Company, or subsidiaries.

The flow of the Winnipeg River is regulated to about 20,000 second-feet by a control of the discharge of Lake of the Woods and Lac Seul, on the English River, tributary to the Winnipeg. This control is performed by what is called "The Lake of the Woods Control Board" for lake elevations 1056.0 to 1061.25. The capacity of the lake between these limits is 5,000,000 acre-feet, — its area being 1485 square-miles. When the lake level reaches an elevation beyond these limits, control passes to an international board with a Canadian and a United States representative.

The Lac Seul reservoir has a capacity of 3,210,000 acre-feet, — the lake area being 421 square miles.

The Nelson River is the outlet of Lake Winnipeg, 715 feet above sea level, and flows into Hudson Bay. Lake Winnipeg is supplied from the Saskatchewan and the Rouge, in addition to the Winnipeg River. No power has yet been developed on the Nelson.

Ontario

In the Province of Ontario, except in the north-east section, almost all the power is generated and distributed by the Hydro-Electric Power Commission of Ontario, acting as a trustee for the different municip-

alities it serves with power. The principal reservoirs owned and operated by the Commission are:

Lake Nipigon on the Nipigon River, north of Lake Superior. The capacity of that reservoir is 5,720,000 acre-feet. The minimum flow at the dam is 7,620 second-feet;

Hollow Lake Reservoir on the Muskoka River, district of Parry Sound.

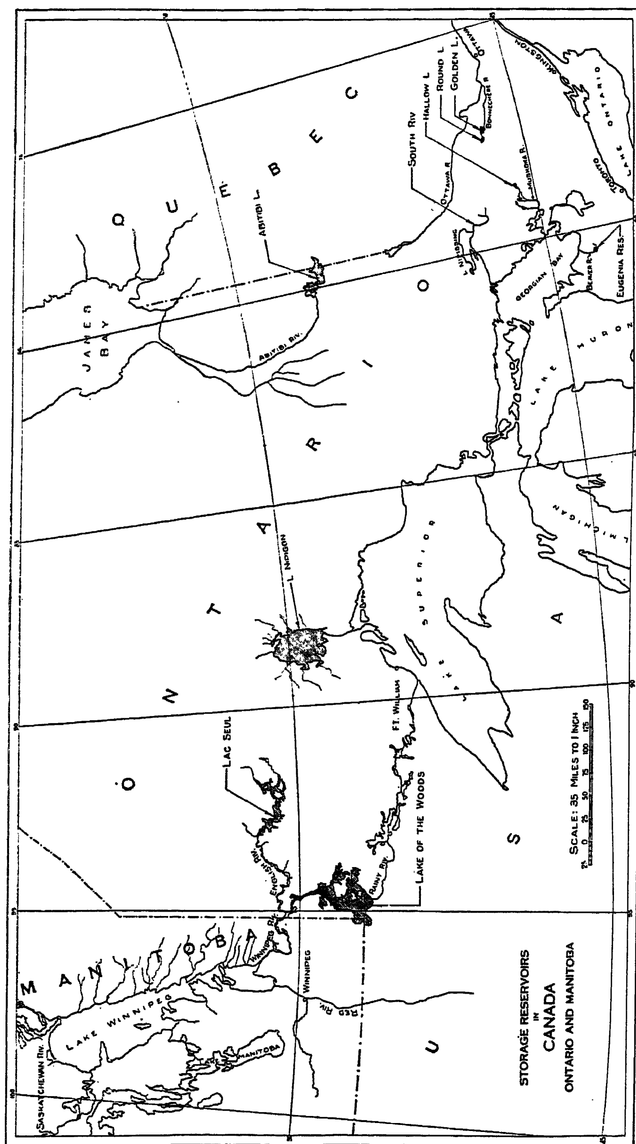


Fig. 4. Reservoirs in Canada — Manitoba and Ontario.

The reservoir capacity is 75,000 acre-feet; minimum flow 500 second-feet;

Eugenia Falls on the Beaver River. Capacity of the reservoir 16,000 acre-feet; minimum flow 58 second-feet. This is a combined storage and power.



Fig. 5. Norman Dam — Lake of the Woods — Ontario.

Round Lake and Golden Lake on Bonnechere River, a tributary to the Ottawa, and flowing through the town of Renfrew. Combined capacity of the two reservoirs 80,700 acre-feet; minimum flow at Renfrew 300 second-feet.

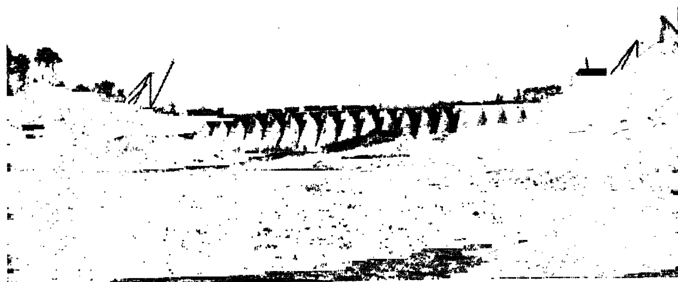


Fig. 6. Lower Ear Falls Dam — Lac Seul — Ontario.

Five small reservoirs on the South River, district of Nipissing. Capacity 35,000 acre-feet; flow at Nipissing 200 second-feet.

Besides the above reservoirs, private companies have built some storage dams in the northern part of the Province, namely:

The storage dam on the Spanish River at Turbine, built and owned



Fig. 7. Big Eddy Dam — Spanish River — Ontario.

by the International Nickel Company, to increase the flow of the Spanish River. Also control by the Abitibi Power and Paper Company of the flow from Lake Abitibi, a large body of water, 875 feet above mean sea level, lying partly in the Province of Ontario and partly in the Province of Quebec, and forming the source of the Abitibi River. It is controlled between high and low water limits, — a margin of six feet. The storage capacity between these limits is 1,340,000 acre-feet. Water is used to regulate the flow of the Abitibi River, from which power is generated by the Abitibi Power and Paper Company.

Ottawa River

The Ottawa River forms the boundary between the Provinces of Ontario and Quebec.

Storage-reservoirs have been built some years ago by the Dominion Government in view of improving navigation. These reservoirs are located in Quinze Lake and Kipawa Lake, both completely in the Province of Quebec, and into Lake Temiscamingue which is on the interprovincial boundary.

The flow of the Ottawa River is increased to 20,000 second-feet during low water periods, as against a minimum of 12,000 second-feet

under natural conditions. These dams are operated and maintained by the Dominion Government, and up to this time, no charge has been made to the power interests who benefit by the additional flow.

Province of Quebec

In the Province of Quebec, storage-reservoirs have been built by the Quebec Streams Commission and by private companies. These will form the text of a special chapter and need not be considered further at this stage.

New Brunswick

In New Brunswick, power is being produced by private companies and by the New Brunswick Power Commission, a governmental organization. This Commission has developed on the Musquash River, about fifteen miles south-west of the City of St. John, a power plant where about 11,000 horse-power have been installed. Storage-dams have been built in the Musquash valley and lakes. The capacity of the storage is 600,000 acre-feet.

Power has been developed lately at Grand Falls on the St. John River. Storage is being provided on the tributaries of this stream, — said tributaries being located partly in the Province of Quebec and partly into the State of Maine.

In the Province of Quebec, a storage-reservoir is being built into Lake Temiscouata, source of the Madawaska River. The water from that lake will be controlled on a depth of about seven feet above low water, — the natural high water not being raised.

Nova Scotia

In Nova Scotia, power is being generated and distributed by the Nova Scotia Power Commission, a governmental organization, and by private companies. This Commission has reservoirs in connection with its St. Margaret's Bay Power, Sheet Harbour and Mersey River Developments. Storage-dams are located on the Tusket River at Carleton Lake, Great Barren Lake and Stoney Creek Lake, — the aggregate capacity of the reservoirs being 50,000 acre-feet. Power is supplied at Yarmouth.

In the Sheet Harbour System on the East River, seven reservoirs have been built. These are scattered in the basins of the East River and supply water to the power stations of this system.

There has recently been completed on the Mersey River a combined power and storage dam at Upper Lake Falls, — the storage being in Rossignol Lake, and the capacity of the reservoir about 512,000 acre-feet. Power will be supplied to the Mersey Paper Company at Liverpool, N. S.

St. Lawrence System

Mention should be made here of the natural regulation of the St. Lawrence River due to the Great Lake System. These Great Lakes form

the most effective series of reservoirs, making the St. Lawrence the most regular stream known to the writer. The drainage area of these Great Lakes is 275,000 square miles. The combined area of the lakes themselves is about 95,000 square miles. The average flow out of this system for the period from 1860 to date has been about 241,000 second-feet, — the minimum flow being 180,000 second-feet and the average maximum 290,000 second-feet, a ratio better than two to one.

Fig. 8. Reservoirs in Canada — Quebec and Maritime Provinces.

Mention is made of this natural advantage of the St. Lawrence because that river may be developed to produce about 5,000,000 horse-power in the section between Lake Ontario and Montreal, — Canada being entitled to 4,000,000 and the United States to 1,000,000 H P, but the storage above-mentioned is provided by nature. There is no control on the flow from the lakes, and many studies of further improvements have shown that it would be very costly and even dangerous to interfere with natural conditions.

Reservoirs in Quebec

The writer now comes to the consideration of the storage-reservoirs which have been built in the Province of Quebec. They may be divided into three classes:

Those built and operated by the Quebec Streams Commission. These reservoirs are listed as follows: —

The Gouin Storage and the Manouane System on the St. Maurice River;

Lake St. François and Lake Aylmer on the St. François River;



Fig. 9. Gouin Dam — St. Maurice River — Quebec.

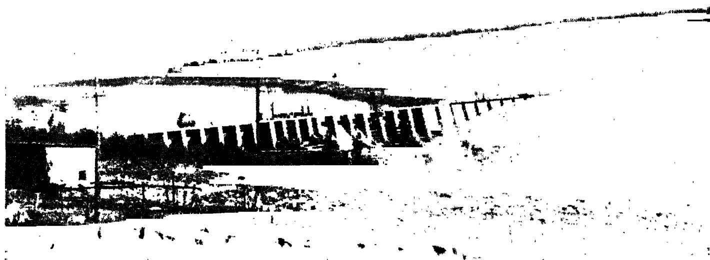


Fig. 10. Allard Dam — St. François River — Quebec.

Three small reservoirs on the North River, north of Montreal;

Lake Kenogami Reservoir in the Saguenay District;

Lake Brûlé and River Savane Reservoirs in the Ste. Anne de Beaupré River, below the City of Quebec;

Lake Mitis Reservoir on the Mitis River, in the district of Rimouski.

In the second class are the reservoirs built by power companies and operated by the Quebec Streams Commission:

The reservoirs on the Gatineau River, north of the City of Ottawa, namely the *Baskatong and Lake Cabonga*; the *Cedar Rapids Reservoir* on River du Lièvre, — a work soon to be completed, and the *Mattawin Storage Dam* on the Mattawin River, a tributary to the St. Maurice River, — work now under construction.

In the third class are the storage dams built and operated by private companies. They are as follows:

On the Shipshaw River, reservoirs in lakes Onatchiway and Pamascachiou, owned by Price Brothers & Company, Ltd, permit the regulation of the flow to about 1000 second-feet;

Lake St. John, head of the Saguenay River, is controlled between natural high and low water by a combined power and storage dam at Isle Maligne. The storage capacity is 3,850,000 acre-feet, and the flow of the Saguenay is regulated to 28,000 second-feet;

Three reservoirs on the Jacques-Cartier River, north-west of the City of Quebec, owned and operated by the Donnacona Paper Company;

Combined power and storage-dam at the outlet of Lake Memphremagog, west of the City of Sherbrooke, on the Magog River, owned by the Dominion Textile Company, regulating the Magog River to 600 second-feet;

A combined power and storage-dam at Megantic, at the outlet of Lake Megantic, at the head of the Chaudière River, south of the City of Quebec.



Fig. 11. Taschereau Dam — Lake Kenogami Reservoir — Quebec.

Practicability of Reservoirs

The practicability of storage-reservoirs in the Province of Quebec was demonstrated in 1910 and 1911, through the initiative of the Shawinigan Water and Power Company, by the construction of relatively small reservoirs on the Manouane River, a tributary to the St. Maurice. This Company had developed the famous Shawinigan Falls on the St. Maurice and soon found that the amount of power it could generate from these falls could be increased very substantially and cheapened by increasing the low water flow. Uncertainty as to the quantity of water which would reach the plant under winter conditions, when let

out of reservoirs located more than two hundred miles from the plant, was dissipated by the experiment with the Manouane Reservoirs. It was found that the water let out from these dams reached the plant with no appreciable loss. This experiment was followed by attempts to regulate the flow on a much larger scale.



Fig. 12. Mercier Dam — Gatineau River — Quebec.

Reservoirs Built by the Quebec Streams Commission

The Quebec Government, in 1912, authorized the Quebec Streams Commission to undertake the regulation of the flow of the St. Maurice River. In 1915, the same policy was followed in the case of the St. François River on the south shore of the St. Lawrence, and later was extended to the Chicoutimi District with the control of Lake Kenogami; also the St. Anne de Beaupré River, the Mitis River in the lower St. Lawrence, and River du Nord, north-west of Montreal.

On the St. Maurice River, the Gouin dam controls a reservoir that has a capacity of 3,662,000 acre-feet. It is claimed to be the largest artificial reservoir in the world. The discharge of the St. Maurice has been increased from a minimum of 6,000 second-feet to 17,000 second-feet at Shawinigan, — practically three times as much primary power being made available.

On the St. François River, two storage-dams were built, forming two reservoirs: Lake St. François with a capacity of 276,500 acre-feet, and Lake Aylmer with a capacity of 64,000 acre-feet. The low water flow of the stream is increased by 900 to 1200 second-feet.

Lake Kenogami Reservoir has a capacity of 312,000 acre-feet and supplies two streams, both highly developed for power, and upon which are located the principal pulp and paper mills of the Saguenay district, in the towns of Chicoutimi, Jonquière and Kenogami.

On the St. Anne de Beaupré River, two relatively small reservoirs have been built and water is supplied to the Laurentian Power Company's plant at Seven Falls, — plant operated under a head of 410 feet. These reservoirs have a capacity of 12,000 acre-feet.

On the Mitis River, one reservoir is operated to supply water to the Lower St. Lawrence Power Company, operating a power plant at Mitis Falls, — the minimum flow of the stream being regulated to 350 cubic feet per second. The capacity of the reservoir is 70,400 acre-feet.

On the North River, north-west of Montreal, three small reservoirs are operated by the Commission and serve to increase the low water flow of the river which is highly developed for power. Capacity of the reservoirs 17,500 acre-feet.

The Quebec Streams Commission has spent to date in the vicinity of $ 10,000,000 to build the storage-reservoirs above-mentioned. The cost of these reservoirs has been met by the Commission with money advanced by the Provincial Government. All expenditures of the Commission are duly accounted for and must be approved by Order of the Lieutenant-Governor-in-Council.

Annual Charges

The power companies benefiting from the additional flow provided by the storage-dams have to pay for the benefits which they derive. The unit price upon which each benefiting company, or individual must pay is the same for all interests on the one stream, but varies considerably as between one stream to another. Each regulation project has to be considered separately when it comes to assessing the benefiting parties. Capital cost is the determining factor. The Commission bases its charge on the amount required yearly to meet the interest on the capital invested in a reservoir, the amount required for the amortization of that capital in thirty years, and the cost of operation and maintenance of the works.

On the St. Maurice River for example, the charge agreed upon between the benefiting companies and the Commission is equivalent to $ 3.65

per HP-year of the additional power produced with the additional flow.

On the St. François River, the charge is equivalent to $ 7.50 per HP-year of additional power.

The revenues, which the Commission derives from the storage-reservoirs it operates, were $ 751,993.92 in 1928—1929.

Legislation

Whenever, after duly investigating a storage proposition, the Commission asked for authority to undertake the regulation of a particular stream, a special act of the Legislature was passed for that particular proposal. A separate act of the Legislature was passed for each of the streams which the Commission has under control. The Commission is not authorized by a general law. All these individual acts are practically similar in wording: authority is given to the Commission to spend a sum not to exceed an amount mentioned in the act. Plans and specifications of the works must be approved by the Lieutenant-Governor-in-Council. The works must be advertised for tenders and a contract awarded to the lowest tenderer, — provided he can show proper qualifications. The Commission is also authorized to acquire properties which may be affected by the proposed works; to build roads which may be required to replace flooded roads, bridges, dykes, telephone lines, etc. The Commission is authorized also to negotiate contracts with the benefiting companies, and to impose a tariff in the case of companies refusing to accept the terms of the contract set out by the Commission. The contract mutually agreed upon, as well as the tariff determined by the Commission, must be approved by Order-in-Council.

Operation of Dams

The Commission operates the storage-dams to the best advantage of the interests using the water. While criticismus may have been heard in the first years that storage-dams were operated, these were due to misconception as to the purpose for which these storage works were built, and their limited possibilities. It is realized from all quarters today, that the storage-dams operated in the Province of Quebec have reduced very materially the cost of power and have, moreover, assured permanency of power so essential to industry.

It used to be stated as more or less of an axiom that a water power site could be economically developed to use the flow available 60% of the time, or seven months in the year. This meant that for a period of five months every year, a certain number of customers could not be served with power and had to close their plant, or else operate auxiliary steam plants. This condition of affairs was not satisfactory. Modern industry requires permanency in its power supply. It can then budget its production; its business is more stable. The necessity of seasonal employment is materially decreased, if not altogether eliminated. It may be stated here that seasonal unemployment has been one of the

difficult problems with which Canada has been faced for years. Permanent mill operation assured by permanent water supply has been a great benefit to the industrial centres of the Province of Quebec, more particularly those located around pulp and paper mills. The old saw-mill is practically a thing of the past. It used to operate with a large force during the open season, but was closed altogether during winter. The pulp and paper mill operates twenty-four hours a day, six days per week, all the year round, provided its power supply is not failing. In certain districts, such as the Saguenay, pulp mills were closed every winter, — hundreds of hands being thrown out of work. The Lake Kenogami Storage was undertaken with a view to curing that unfortunate situation, and this it has done.

Dams Built by Power Companies and Operated by the Commission

While a number of storage-dams have been built by the Streams Commission, and the capital cost paid by the Commission, a certain number of dams have been built at the request of power companies, under the supervision and control of the Commission, ad at the expense of these companies. In other words, the benefiting companies, instead of having to reimburse the capital cost of the storage works by yearly instalments covering the interest and sinking-fund, undertook to pay at once the capital cost. Needless to say that the annual charges of the Commission are then limited to the cost of operation and maintenance of the dam, and a fixed amount to cover the privilege of flooding Crown lands when such are affected. This procedure was followed in the case of the Gatineau River where the Gatineau Power Company requested the Commission to build the Mercier Storage Dam, which was completed in the spring of 1927. The reservoir which this dam creates, has a capacity of 2,132,500 acre-feet, and permits the regulation of the flow of the Gatineau River to 9,000 second-feet, — this being three times the average low water flow of the river.

In 1929, storage-dams were built to control the water from lake Cabonga, a tributary to the Baskatong Reservoir. This reservoir has a capacity of 1,033,000 acre-feet, and is intended to assure adequate supply of water for a regulation of the Gatineau to 10,000 second-feet during the lowest years.

The Gatineau River was unimproved until 1925. In that year, the possibility of increasing the low water flow of the stream had been proved, and a large scheme of power development was planned.

The falls and rapids of the Gatineau have been concentrated at a few points where water is used to generate power, namely: at Farmer's Rapid under a head of 67 feet; Chelsea, under a head of 96 feet and at Paugan Falls, under a head of 140 feet, — the three ponds covering a distance of about sixty miles in the river.

The three power plants above-mentioned have a capacity of 120,000, 170,000 and 272,000 HP respectively, — a total of 562,000 HP. This improvement would not be possible without the regulation of the flow

of the stream. The cost of the dams, the unwatering of the site, etc., would be prohibitive if the amount of power were about one-third of the present installed capacity.

A similar method is followed for the regulation of the flow of the Lièvre River, where the MacLaren Company has operated for years a saw-mill and a pulp-mill at Buckingham. This Company has under construction a paper-mill at Buckingham Junction, near the mouth of the river du Lièvre. For the operation of that paper-mill, power will be generated on the Lièvre, mostly at High Falls. In order to increase the low water flow of the stream, a storage-dam is being built at Cedar Rapids, about sixty miles from the mouth of the river. This storage-dam is built by the Company, according to plans approved by the Commission and under the direction of the Commission. The dam will be operated by the Commission and will be its property.

The capacity of the reservoir will be 500,000 acre-feet, and will be sufficient to regulate the flow of the Lièvre River to 3,400 second-feet.

Benefiting Third Parties to Pay Share of Cost

Any person, or company, other than the company at whose expense the dam is built, which will benefit from this dam, will be called upon to pay its proportionate share of the interest and sinking-fund of the capital expenditure, as well as its share of the cost of operation of the work. All amounts collected under the interest and sinking-fund charges will be refunded to the Company having paid the capital expenditure, and the obligations of the latter respecting the cost of operation and maintenance will be reduced to the extent of the amount collected from the third party under this item.

General Law Governing Construction of Storage-Reservoirs

Prior to 1918, there was no law governing the construction of dams in the Province of Quebec. No plans of these structures had to be filed with the Provincial Government, and it seems that in the case of most log driving dams, no plans were made at all. While investigating the control of the flow of rivers, it soon became evident that the Provincial authorities should know the type, the location, the ownership of the dams then in existence, and that all future structures be approved by Order-in-Council before the work of construction may be proceeded with.

In 1918, an act of the Legislature (R. S. Quebec 1925, Chapter 46) was passed making it obligatory for owners of all dams in the Province to file a plan for the dams then existing, and stipulating that all future structures may be built only after plans of such structures have been submitted to the Department of Lands and Forests, and approved by Order-in-Council. In this way, a reliable record is kept of the structures built; the area of public lands or private lands affected; conditions upon which the public land may be used, — either for flooding or otherwise. Many structures have been built under the provision of this law, — some simply to facilitate the driving of logs, others to increase

the power possibilities of the streams. In this latter category are the dams which Price Brothers & Company have built on the Shipshaw River, Saguenay District; the dam built by Donacona Paper Company on the Jacques-Cartier River. These structures are approved upon terms determined by the Department of Lands and Forests. Provision is made for compensation for flooded Crown lands; for benefits to other parties, if any; for royalty on the amount of additional power produced, etc.

Storage-reservoirs become economical only when the water may be used under a certain minimum of head. On the St. François River for example, the stored water is used under an aggregate head of 240 feet through the different power plants. Under, say 100 feet of head, the storage proposition would not be economical.

On the St. Maurice River, the stored water is used under an aggregate head of 285 feet. Though this proposition was relatively cheap, owing to no improved land having to be expropriated, the proposal would not be practical if the head used were less than 100 feet.

Many a storage proposition had been investigated by the Quebec Streams Commission and will become practicable only when the improvements of these streams for power may be undertaken on a certain scale.

When a river has its flow regulated by storage, the power possibilities of that stream soon become developed to their maximum and the cost of the power is reduced to its possible minimum.

Control of the Reservoirs

The control of the reservoirs owned by the Quebec Streams Commission forms a branch of the Commission's activities which increases yearly in importance. In order to use the available amount of water to the best advantage of all power owners and prevent waste, the organization must keep in daily touch with the operators at the dams and observers at different points along the stream, so that conditions are known exactly. The opening of the gates is directed from the head office in Montreal and no initiative is left to the operators, except in case of emergency when water rises suddenly for example.

The amount of discharge is checked in two ways. A determination is made by using discharge formula applicable to the shape of openings through which water is discharged and by metering the stream.

In tunnel openings, the formula used is

$$Q = AV = AC\sqrt{2gH}$$

Q = discharge in cubic feet per second.
A = area of opening in square feet.
V = velocity in feet per second.
H = is the vertical distance between the centre of the openings and water level in the reservoir.
C = a coefficient that depends on the size and shape of openings.

A series of meterings made in the river below the Gouin dam, St. Maurice River, has shown that the value of C in the above formula varies from 0.65 for small openings to 0.96, — the openings being 7½ feet wide and 12 feet high.

For spillway gates, discharging freely over an ogee sill, we use the formula:

$$Q = C L H^{3/2}.$$

Q = Discharge in cubic feet per second.
L = Clear width of opening.
H = Height of water surface of reservoir above gate sill.
C = 3.2 for low heads to 3.8 for high heads.

For discharge over stop-logs, C is taken as 3.0 for one foot head and gradually increased to 3.7 for head of ten feet.

Stop-logs are not easily operated in more than ten feet of water.

When a certain amount of water has to be discharged, it is necessary to determine by formulae the size of openings required under conditions of water levels then prevailing. After these openings have been made and the river is adjusted to the new conditions, use is made of the gauge discharge relation as indicated by the meterings, and the openings sometimes have to be corrected.

Winter Conditions

An ice cover forms on these reservoirs under average conditions in November for shallow lakes, and in December for the large and deep lakes. The temperature of the water is 32° Fahrenheit near the ice cover, but its temperature rises at greater depth: 32.5 to 32.7 at a depth of the order of 50 feet.

It follows that the water discharged during winter from the bottom gates is at a temperature above freezing and no ice cover forms below the storage-dam until the water has cooled to 32° F. In the case of the Gouin Dam, where water is discharged at the rate of 10,000 to 13,000 second-feet during the winter months, no ice cover forms for many miles and in the next 30 miles the ice is not safe to travel upon.

Same conditions prevail on the Gatineau River, for 30 miles below the storage-dam.

All dams have been built to resist ice pressure. The Gouin dam has been built to resist an ice pressure of 50,000 lbs per lineal foot of dam, taking effect under full reservoir. This condition seems to have been too severe and structures subsequently built are calculated to resist an ice pressure of 20,000 lbs per lineal foot.

As a matter of fact, the ice cover does not form opposite the gate section of the dam whenever a gate is opened.

Reservoirs Paid by Benefiting Companies

It is to be noted that the revenues derived directly from the benefiting companies are sufficient to pay the interest on the capital cost, the

sinking-fund in thirty years, the cost of operation and maintenance of the structures. These works are altogether self-sustaining and do not involve any cost to the tax payers.

The indirect benefits which the Province receives from the increased activities brought about by more dependable and cheaper power cannot be valued in dollars and cents, but are reflected in the general prosperity which results from a better use of a most important naturel resource: falling water.

Zusammenfassung

An Hand von statistischen Daten der Dominion Power and Reclamation Service in Ottawa wird gezeigt, daß beim Niederwasserstand etwa 20 Millioneu PS erzeugt werden könnten, doch auf Grund des während 6 Monaten im Jahre verfügbaren Wasserumlaufs sollte die verfügbare Wassermenge 33 Millionen PS betragen. Die Gesamtenergieerzeugung der verschiedenen Provinzen bis Januar 1930 wird auf 5,790,840 PS geschätzt.

Die Steigerung der verfügbaren Wassermenge während der Niederwasserzeiten kann nur durch Speichern des Wassers in großen Sammelbecken bei Hochwasserzeiten erfolgen. Die Errichtung von großen Sammelbecken und Staumauern dient auch dazu, die Wasserverhältnisse im Frühling zu verbessern und die Flußangrenzer vor Hochwasserschäden zu bewahren. Sammelbecken verbessern daher die Hochwasser- sowie die Niederwasserverhältnisse, obgleich natürlich völlige Regelung fast unerreichbar ist. Einzelheiten über die Errichtung von Sammelbecken und Speicherwerken in den einzelnen Provinzen werden angegeben.

Die großen Seen bilden eine Reihe von Sammelbecken für den St. Lawrence Fluß, der in der Strecke zwischen dem Ontario See und Montreal allein für eine Leistung von rund 5 Millionen PS ausgenützt werden kann, wovon 4 Millionen auf Canada und 1 Million auf die Vereinigten Staaten entfallen.

Allgemeine Fragen über den Bau von Speicherwerken und Staumauern, finanzielle und Rechtsfragen sind ebenfalls behandelt. Es werden im Bericht noch Methoden zur Nachprüfung des Wasserflusses durch Formeln angegeben.

Norwegen

Ausnutzung der Aura-Wasserkraft durch Überführung nach dem Sunndalfjord

Norwegisches Nationalkomitee
E. Svanöe

Einleitung

Während der letzten Jahre hat die wohlfeile Wasserkraft Norwegens einen starken Konkurrenten in den großen Dampfkraftanlagen erhalten. Der Umstand, daß die Kraft billig ist, ist daher nicht mehr allein maßgebend. Die Kraft muß auch günstigen Baustellen, die an der See liegen, zugeführt werden können, und da manche Industrie Gleichstrom, der nicht überführbar ist, verwendet, ist es die Wasserkraft selbst, welche der See zugeführt werden sollte. Die starke Konkurrenz hat daher zur Folge gehabt, daß es erstrebt werden muß, die Pläne für Wasserfälle, die zur Zeit wegen ihrer Lage im Binnenlande weniger interessieren, einer Revision zu unterwerfen, um sie wieder konkurrenzfähig zu machen. Dies kann in einer Anzahl von Fällen nur dadurch erreicht werden, daß der Fluß von dem Tale, wo er zu Hause ist, weggelegt und sodann nach einem Tale an der See überführt wird, wo günstige Bedingungen für die Ausnutzung der Kraft vorhanden sind.

Bis zur letzten Zeit hat man gemeint, billige Wasserkraft sei konkurrenzfähig ohne Rücksicht auf die Lage, und es ist daher auch bis zur letzten Zeit als sehr schwierig oder fast unmöglich angesehen worden, eine Überführung von Wasser zustandezubringen. Dies hat seine natürlichen Ursachen. Der Talfluß ist in der Regel der wertvollste Besitz der Grundbesitzer. Aus dem Flusse bekommen sie Fische, Trinkwasser und Kraft für die Gutswirtschaft, und von dem Flusse erhalten sie in manchen Fällen gute Einnahmen durch Verpachtung an Sportsfischer. Wenn der Fluß zum Ausbau verkauft wird, haben die Verkäufer in manchen Fällen große Einnahmen durch die Fabriken. Es ist daher nicht so sonderbar, daß sich die alten Besitzer gewehrt haben, wenn davon die Rede gewesen ist, den Fluß vom Tale vollkommen wegzuleiten. Die Entwicklung der Großindustrie hat indessen erwiesen, daß ein wesentlicher Schaden nicht entsteht, falls das alte Flußbett trocken gelegt wird. Es wird immer etwas Wasser zurückbleiben, in welchem ein gewisser Fischfang durch künstliche Dämme und Fischbrut geschaffen werden kann, und an Stelle der alten Kraftquellen kann die Großindustrie billige elektrische Kraft verschaffen. Was die Fabriken anbelangt, so müssen diese an den

günstigsten Stellen ohne Rücksicht auf die Lage der Wasserfälle gebaut werden. Wenn einem Tale der Fluß entzogen wird, entsteht daher als einziges Neues der Umstand, daß die ursprünglichen Besitzer die Einnahmen verlieren, die ihnen ohne Zweifel während der Bauzeit und durch die Ausnutzung der Kraftquellen selbst an Ort und Stelle im Tale entstanden wären.

Die erste Konzession zur Überführung eines Flusses in einen anderen Wasserlauf wurde in Norwegen am 13. Juli 1928 erteilt, indem der Gemeinde Voß und der Bergenshalvöens kommunale Kraftgesellschaft vom Storthing gestattet wurde, Torfinaa gemeinschaftlich zu regulieren und in den Bergdalwasserlauf zu überführen.

Zur Zeit ist ein ähnliches Gesuch für Aura in Behandlung.

Im Jahre 1912 wurde von Aura ein Gesuch betreffend Konzession zum Ausbau des Auraflusses und Lilledalflusses in zwei Alternativen eingereicht:

1. Aurafluß nach Lilledalen überführt mit gemeinschaftlicher Station am Fjord in Sunndalen,
2. Aurafluß und Lilledalfluß für sich ausgebaut, jeder in seinem Tale und jeder mit seiner Station.

Im Jahre 1913 erhielt Aura die Konzession gemäß der letzteren Alternative, und der Ausbau des Lilledalflußes in Sunndalen wurde daher begonnen. Es zeigte sich indessen, daß sich die Großindustrie nur wenig für den Aurafluß und den Mardölafluß, die ihre Stationen 25 km von der See entfernt bekamen, interessierte, und als die Bauarbeiten eingestellt wurden, wurde daher die Arbeit für einen gemeinschaftlichen Ausbau des Lilledalflusses und des Auraflusses wieder aufgenommen.

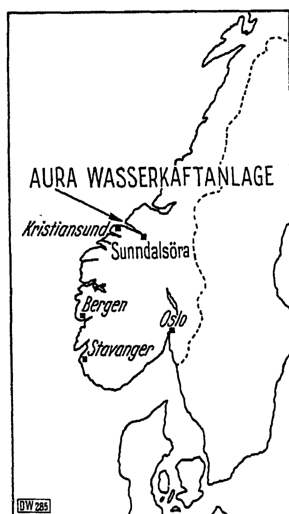


Abb. 1.

Die Lage

Eine Fabrik, die mehrere tausend Arbeiter beschäftigt und große Transporte von Rohmaterialien und fertigen Produkten hat, muß eine bequeme Lage haben. Eine solche Stelle hat sich am Ende des Sunndalfjordes gefunden (Abb. 1). Dort besitzt die Gesellschaft große Areale mit langen Strandlinien, die für Fabrikanlagen und Baustellen geeignet sind. Der Sunndalfjord ist eisfrei und wird täglich von Liniendampfern befahren. Die Länge des Fjords beträgt 70 km. Vor dem Fjord am Meere liegt die Stadt Kristiansund mit 16 000 Einwohnern. Von Sunndalsöra führen den Fjord entlang gute Straßen mit Postdienst nach Kristiansund sowie ostwärts durch Sunndalen nach der Einsenbahnstation Opdal an der Dovrebahn, der Stammbahn zwischen Oslo und Trondhjem. Die Entfernung

zwischen Sunndalsöra und der Bahnstation Opdal beträgt 76 km. Wenn die Bauarbeiten aufgenommen werden, wird man damit rechnen können, daß die Liniendampfer Rohstoffe und Waren an den Kaimauern in Sunndalen zu denselben Frachtsätzen wie in Kristiansund liefern können werden.

Wasser-Gerechtsame und Kraftmengen

Die A/S. Aura besitzt 3 Flüsse: Lilledalselven, Auraelven und Mardöla. Das Niederschlagsgebiet liegt im Hochgebirge in Höhe von 800 bis 2000 m. In Höhe von etwa 800 m werden Gebirgsseen mit günstigen Dammstellen gebildet. Der Grund und Boden rings um die Gebirgsseen wird nur während einer kurzen Zeit im Sommer als Weide benutzt, weshalb der Schadenersatz beim Stauen auf das gesetzliche Minimum beschränkt wird. In diesen Gebirgsseen können daher Reservoirs für eine gleichmäßige Wasserführung das ganze Jahr hindurch geschaffen werden.

Der *Lilledalfluß* bildet im Hochgebirge 6 große Seen, nämlich Torbuvand, Sandvand, Langvand, Osbuvand, Rensvand und Holbuvand in Höhen von 879 m bis 776 m mit einer Gesamtfläche von 8,6 qkm. Von dem in Höhe von 776 m liegenden Holbuvand fällt der Lilledalfluß, Stromschnellen und Wasserfälle bildend durch Lilledalen nach dem Sunndalfjord, wo beabsichtigt wird, die Kraft zu verwenden.

Der *Aurafluß* bildet im Hochgebirge 3 große Seen, nämlich Gautsjöen, Grönningen und Aursjöen in Höhen von 850 m bis 830 m mit einer Gesamtfläche von 18 qkm. Von dem in Höhe von 830 m liegenden Aursjö fällt der Aurafluß durch Eikisdalen und Eikisdalsvand in den Eresfjord, den nächstliegenden Fjord südlich des Sunndalsfjords.

Mardöla bildet im Hochgebirge eine ganze Anzahl von kleinen Seen in Höhen von 1084 m bis hinab auf 840 m mit einer Gesamtfläche von 5 qkm. Nach dem Auslaufen aus diesen Seen bildet Mardöla die bekannten Mardalwasserfälle (Abb. 2), die fast senkrecht in den Eikisdalsee in der Nähe des Ausflusses des Auraflusses stürzen.

Durch eine Reihe von Jahren sind an mehreren Stellen genaue Wassermessungen sowohl seitens der norwegischen Wasserstraßenverwaltung als auch von der A/S. Aura vorgenommen worden. Das Niederschlagsgebiet ist sehr genau durch Nerdrums Vermessungsbureau vermessen worden.

Die Ergebnisse der Wassermessungen sind folgende:

	Niederschlagsgebiet qkm	Ablauf p/s	
		l. p/qkm	cbm
Aurafluß beim Auslauf aus dem Aursjö ...	572	31,2	17,8
Lilledalfluß beim Auslauf aus dem Holbuvand	289	40,6	11,7
Total	861	34,3	29,5
Mardöla beim Auslauf aus den Gebirgsseen	86	59,—	5,08

Das Hochwasser beginnt gewöhnlich Ende Mai, ist im Juni auf der Höhe und dauert fort bis Oktober oder November. Das Niedrigwasser dauert etwa 6 Monate von Dezember — Mai.



Abb. 2. Östlicher Mardalfoß.

Nach der Konzession vom Jahre 1913 sollen der Aurafluß und Mardöla in Eikisdalen zu etwa 200 000 PS in eine oder zwei Stationen ausgebaut werden, während der Lilledalfluß am Sunndalfjord zu 100 000 PS ausgenutzt werden soll.

Nach den Überführungsplänen (Abb. 3) sollen der Lilledalfluß und der Aurafluß gemeinschaftlich ausgebaut werden. Beim Speichern von 513,3 Mill. cbm erhält man etwa 96,6% von der durchschnittlichen Wasserführung oder 28,5 cbm/s. Ein derartiges Reservoir kann mittels folgender Seen geschaffen werden (Abb. 4):

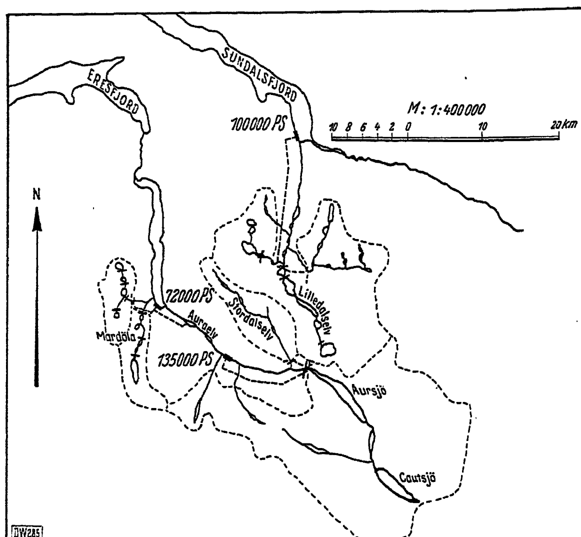
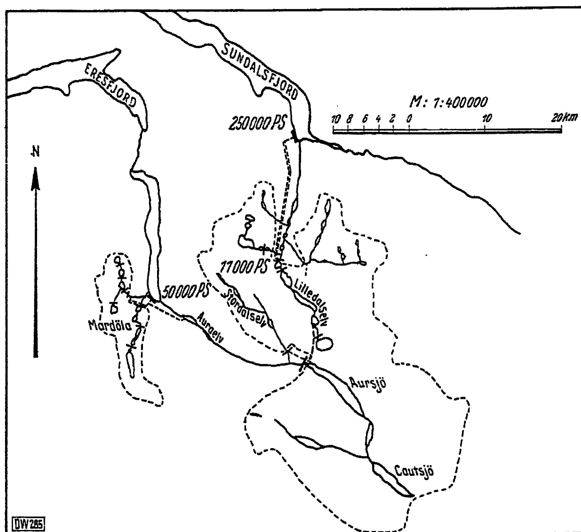


Abb. 3. Übersicht Lilledalselv, Aura und Mardöla Konzessin 1913.



Übersicht Lilledalselv, Aura und Mardöla Neue Pläne.

	Reservoir Mill. cbm Wasser	
Lilledalfluß:		
Holbuvand	6,5	
Rensvand	40,8	
Sandvand, Langvand und Osbuvand . .	72,0	
Torbuvand	8,7	
		128,0

		Reservoir Mill. cbm Wasser
	Übertrag	128,0
Auraflüß:		
Gautsjö	38,0	
Grönningen und Aursjö	347,3	
		385,3
		513,3

Holbuvand wird bis zur Höhe von 792 m angestaut. Nach dem Auslaufen aus Holbuvand können 28,5 cbm in einem Falle bis hinab zum Sunndalfjord ausgenutzt werden. Die effektive Fallhöhe für die Turbinen wird etwa 745 m betragen und die Kraftleistung wird etwa 237 000 PS bei Gleichstrom und 247 000 PS bei Wechsel-



Abb. 4. Der Aursee.

strom betragen. Die Kraftstation wird am Sunndalfjord neben den bereits angekauften Baustellen liegen.

Während der Bauarbeiten sollen ferner die automatischen Stationen unterhalb des Osbudammes bzw. Rensdammes gebaut werden. Diese können mit der jetzigen Station unterhalb des Dalevand zusammen 11 000 PS entwickeln.

Mardöla wird für sich ausgebaut, und zwar werden der östliche Mardalsfoß und der westliche Mardalsfoß zu einer Station am Eikisdalsee von 50 000 PS gesammelt. Diese Station wird etwa 30 km südwestlich von Sunndalsöra und etwa 25 km von eisfreiem Hafen entfernt liegen. Mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit wird auch Mardöla

am besten ausgenutzt durch Überführung nach dem Sunndalfjord mittels Kraftleitung in zwei Stufen von 20 000 bzw. 40 000 PS.

Die Fabrikbaustellen am Sunndalfjord können daher über 290 000 PS verfügen, während der Rest in Reserve gehalten wird, um an die Arbeiter der Fabrik und an sonstige Abnehmer im Bezirke verkauft zu werden.

Bereits ausgeführte Arbeiten im Lilledalfluß

Folgende Arbeiten sind ausgeführt:

Die wesentlichsten Sprengungsarbeiten in der Kraftstation, Kaimauer bei der Kraftstation, Tunnel an der Kraftstation vorbei, die wesentlichsten Sprengungsarbeiten für das Rohrleitungsbett, die Anfangsarbeiten für das Verteilungsbassin, etwa 3000 m Haupttunnel mit Maschinerie sowie 5 Seilbahnen für Transportanlagen, 9 Kompressoranlagen, Baracken, Bohrmaschinen usw. Nach den Staudämmen sind 26 km Transportbahn von 75 cm Spurweite gebaut worden. Bei Dalen ist eine Kraftanlage von 2400 PS nebst Kraftleitungen errichtet worden. In Sunndalsöra sind Lager, Werkstätte und Baracken sowie eine Anzahl Wohnungen für Arbeiter und Angestellte gebaut worden. Die A/S. Aura verfügt im ganzen über etwa 100 Wohnungen sowie über Barackenplatz für etwa 1000 Mann; auch ist eine Anzahl privater Gebäude vorhanden. Mit den Anlagen wird die erforderliche Aufsicht zwecks Unterhaltungsarbeiten und Messungen geführt. Die Kraftstation wird in Betrieb gehalten und liefert der Nachbarschaft Strom. Der angekaufte Grundbesitz wird zur Zeit landwirtschaftlich ausgenutzt.

Die Kosten des Grunderwerbs und der ausgeführten Arbeiten ohne Zinsen und spätere Unterhaltung betragen:

Die Kraftanlage

		Kronen
Wassergerechtsame: Die Berechtigung zum Ausbau von 300 000 PS in dem Lilledalwasserlauf, dem Aurafluß und Mardöla . .	1 800 000	
Garantien betr. die Konzession	265 000	2 065 000
Warenbestand, Werkzeug, Gerät und Inventar		373 000
Angefangene Bauarbeiten		
Vorbereitungsarbeiten	2 691 000	
Eisenbahn	2 451 000	
Provisorische Kraftanlage	737 000	
Kraftstation	97 000	
Rohrleitungen	212 000	
Verteilungsbassin	23 000	
Haupttunnel	2 552 000	
Staudämme und Überführungen	62 000	
Verschiedene Arbeiten in Eikisdalen . . .	130 000	8 955 000
		11 393 000

		Kronen
Die Fabrik- und Siedelungsanlage	Übertrag:	11 393 000
220 ha Baustellen mit Strandlinie	1 690 000	
Ausgeführte Arbeiten für die Fabrikanlage	640 000	
Ausgeführte Arbeiten für die Siedlungsanlage	869 000	3 199 000
Kalksteinbruch		497 000
		15 089 000

In den Kostenanschlägen haben wir für die gesamten Wasser gerechtsame und Eigentümer sowie die ausgeführten Arbeiten mit Kr. 10 000 000 gerechnet.

Vorbereitende Arbeiten

Die Arbeiten im Freien im Hochgebirge und in der oberen Hälfte des Rohrleitungsbettes können nur während der Sommerzeit erfolgen, und zwar im Juni die Vorbereitungen, im Juli, August und September voller Betrieb und im Oktober die abschließenden Arbeiten. Die Arbeit in den Tunnels, in dem unteren Teile des Rohrleitungsbettes sowie unten am Fjord können während des ganzen Jahres erfolgen. — Um einen möglichst günstigen Baubetrieb zu erzielen, ist es von großer Bedeutung, daß die Projektierung der Bauarbeiten sorgfältig ausgeführt wird. Der wesentliche Transport der Materialien und des Proviants muß im Sommer erfolgen. Auf den Stellen im Gebirge, wo auch im Winter gearbeitet wird, müssen Lagerschuppen errichtet werden, so daß sämtliche Materialien und der eine Lagerung vertragende Proviant im Herbst, bevor der Schnee kommt, unter Dach gebracht werden. Der Transport während der Winterzeit wird sodann auf ein Minimum beschränkt werden können. Es müssen gute und zweckmäßige Transportanlagen geschaffen werden, ferner reichliche Kraftzufuhr und gute Baracken mit Fernsprechern, elektrischem Licht und Heizung. Auf diese Weise wird die Arbeit auf den entlegenen Dammbaustellen eben so leicht wie unten am Fjord sein.

Von der Kaimauer am Sunndalfjord (Abb. 5) ist eine schmalspurige Eisenbahn von 0,75 m Spurweite bis zum Holbudamm und Osbudamm gebaut worden (Abb. 6). Wegen der Terrainbeschaffenheit ist diese Bahn in drei Abteilungen gebaut worden. Sie folgt vom Sunndalfjord aus dem Talboden bis zur Station Dalen, 160 m. Sodann ist eine doppelte Aufzugsanlage gebaut worden von Dalen bis zur Station Top heis in Höhe von 760 m, von wo aus die Bahn weiterführt längs der Talseite bis zu den Staudammanlagen in etwa 800 m Höhe. Die Gesamtlänge der Eisenbahn beträgt 26,35 km, nämlich

von Sunndalsöra nach Dalen	12,95 km
,, Dalen nach Top heis	1,20 ,,
,, Top heis nach den Staudammanlagen . .	12,20 ,,
Zusammen	26,35 km

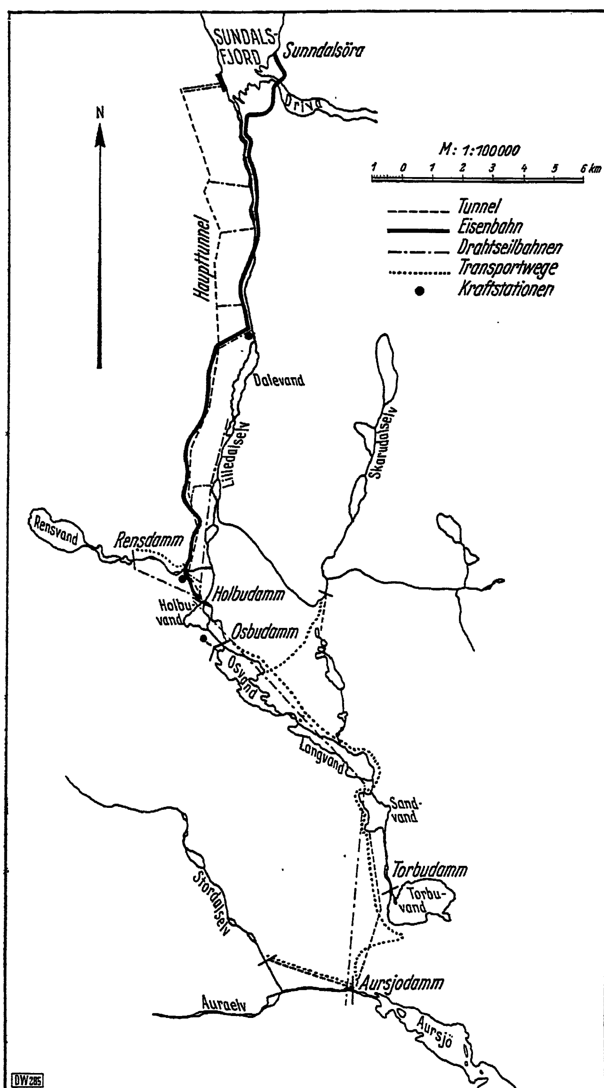


Abb. 5. Förderanlage im Hochgebirge.

Die Eisenbahn einschließlich des Aufzuges vermag 10 t/St ohne Umladung zu transportieren, und zwar mit Einzellasten bis zu 10 t.

Längs dem Rohrleitungsbett ist bis zum Verteilungsbassin eine Seilbahn gebaut worden. Transportleistung 9 t/St Einzellasten von 500 kg pro Wagen. Von der Talsohle bis zu den Tunneleinschlägen der unteren Parzelle sind 4 Seilbahnen gebaut worden. Stündliche

Transportleistung 350 kg, Nutzlast der Wagen 200 kg. Bei Fortsetzung der Staudammanlagen sind ferner folgende Transportanlagen geplant: Eine Seilbahn von der Station „Holbudam“ (an der Eisenbahn) bis zum Rensdam und eine Seilbahn von der Endstation der Eisenbahn bei Osbuvand nach Aursjödam. Transportleistung 10 t/St Nutzlast pro Wagen 300 kg. Diese Seilbahnen sollen zum Transport von Zement und Baumaterialien für die Staudämme dienen und erhalten eine Gesamtlänge von 15,7 km.

Bei den Fels- und Erdarbeiten im Hochgebirge bleiben erhebliche Massen übrig. Diese Massen sollen Verwendung finden als Straßen-



Abb. 6. Transporteisenbahn im Hochgebirge.

befestigungsmaterial und Anschüttungsmaterial für die Transportwege von der Eisenbahn nach Rensdam, Aursjödam, Skarvdalen und Stordalen. Die Wege sollen möglichst einfach gebaut werden.

Im Winter kann der Eisenbahnbetrieb durch Schnee gehindert werden, weshalb eine 7,9 km lange Seilbahn von Dalen nach Holbudam und Osbudam mit zwei Abstechern von 1,5 km Länge bis zu den Tunneleinschlägen geplant ist. Diese Seilbahnen, die nur als Reserve für den Wintertransport dienen sollen, sind für Nutzlasten von 100 kg projektiert.

Bei Dalen ist bereits eine Kraftstation von 2400 PS gebaut worden. Der erste Sommer muß dazu verwandt werden, dieser Station eine Reservoirerweiterung zu verschaffen. Mehr als 500 PS können jedoch während des Winters nicht geschaffen werden, nachdem die Hauptanlage fertig und in Betrieb gesetzt sein wird. Ferner ist die Möglichkeit

vorhanden, eine Station von 1250 PS unterhalb Rensdammen und eine Station von 1650 PS unterhalb des Senkungstunnels im Osbuvand zu bauen, so daß nach Inbetriebsetzung der großen Station 3400 PS allein im Lilledalwasserlauf extra geschaffen werden können. Wenn der Aurafluß überführt wird, kann die Station unterhalb Osbudam erweitert werden, so daß im ganzen selbst beim niedrigsten Wasserstande am Osbudam 11 000 PS geschaffen werden können. Diese Stationen werden mit automatischer Regulierung gebaut.

Falls zunächst 20 000 bis 40 000 PS in Mardöla ausgebaut werden, und diese Kraft auf Sunndalsöra ausgenutzt wird, wird es am billigsten sein, die Kraftlinie über Rensvand längs der Eisenbahn nach Sunndalen zu bauen, und in diesem Falle wird Mardöla die erforderliche Kraft für den Baubetrieb verschaffen.

Bereits früher angeschafft sind 51 Motore von zusammen 1521 PS und 14 Transformatoren von zusammen 1900 kW, wobei 34 km elektrische Leitungen gebaut worden sind. Zwei Zentraltische mit 40 km Fernsprechleitung sind angeschafft; diese Leitungen müssen ausgebessert und ergänzt werden. Ferner sind Baracken für etwa 1000 Arbeiter gebaut worden. Bei vollem Baubetrieb müssen Baracken für weitere 570 Arbeiter gebaut werden. Bei allen kontinuierlichen Arbeiten sind die Räume für 4 Mann vorgesehen, wobei besondere Speise- und Aufenthaltsräume vorhanden sind. Auch ist eine provisorische 4-zöllige Wasserleitung mit etwa 70 m Druck gebaut worden. Für die Fabrik- und Siedelungsanlage muß eine 6 bis 7 km lange Wasserleitung von Lilledalen gebaut werden. Die Wasserleitung kann überall in Kies verlegt werden. Die vorerwähnten Vorbereitungsarbeiten sind in den Kostenanschlägen mitenthalten.

Die Bauarbeiten im Lilledalfluß und Aurafluß

Bei der Ingangsetzung der Arbeiten im Aurafluß ist eine der Schwierigkeiten, daß es nicht leicht ist, eine Kraftmenge von 250 000 PS auf einmal abzusetzen.

Für die Bauarbeiten ist daher ein Programm (Abb. 7) ausgearbeitet worden, wobei darauf Rücksicht genommen ist, daß die Arbeiten, falls es gewünscht werden sollte, in Stufen von 50 000 PS bis zu 250 000 PS steigend ausgeführt werden können. Nach diesem Programm können 50 000 PS bis 75 000 PS nach Verlauf von 2½ Jahren geliefert werden, während der gesamte Ausbau bis zu 250 000 PS nach und nach dem Bedarfe entsprechend erfolgen kann. Sollten 250 000 PS möglichst bald erwünscht sein, muß mit einer Bauzeit von 4 bis 5 Jahren gerechnet werden.

Die Regulierungsarbeiten gestalten sich teils als Staudämme (Abb. 8), teils als Senkungsarbeiten und teils als Überführungstunnels. Diese Arbeiten sind in folgender Reihenfolge geplant:

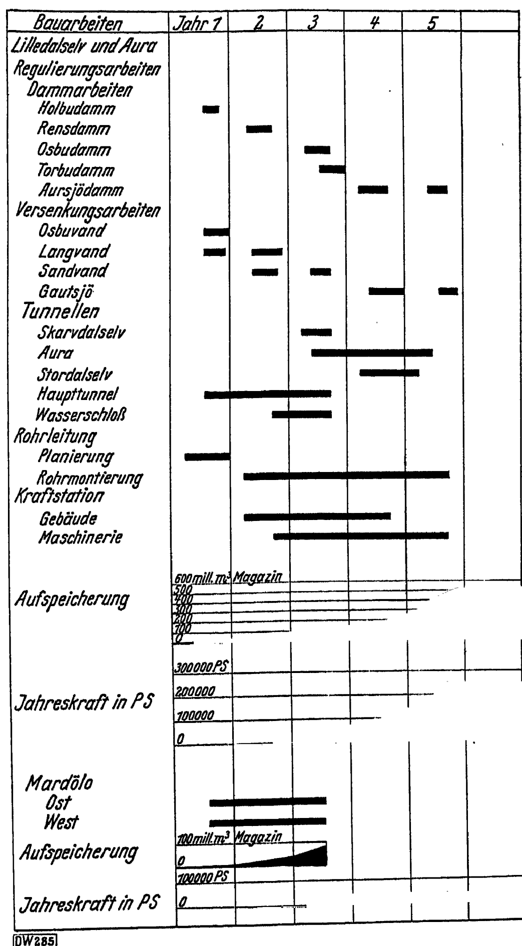


Abb. 7.

Staudämme:

Holbudamm	2 000 cbm	Eisenbeton,	1 Sommer,
Rensdamm	9 000 ,,	,,	2. ,,
Osbudam	10 000 ,,	,,	3. ,,
Aursjödamm	37 000 ,,	,,	4. und 5. Sommer.

Senkungsarbeiten:

Senk. Osbusee 500 m Tunnel 10 qm, 1. Sommer,
Langsee 34 000 cbm Kies und Steine, 1. und 2. Sommer,
Sandsee 12 000 cbm Kies und Steine
260 m Tunnel 26 qm, 2. und 3. Sommer,
Gautsee 3 300 cbm Felsen
520 m Tunnel 4 qm, 4. Sommer.

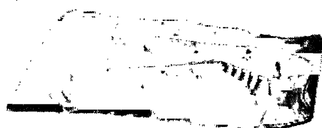
Überführungstunnels:

Skarvdalfluß	830 m Tunnel	14 qm,	3. Jahr,
Aurafluß	5500 „ „	23 „	4. und 5. Jahr,
Stordalfluß.	2500 „ „	12 „	4. und 5. Jahr.

Baracken, Maschinerie und Arbeiter werden dem Fortgang der Arbeiten entsprechend versetzt.

Von dem Abnahmedamm in Holbusee soll das Wasser bis zum Verteilungsbassin durch einen Tunnel von 25 qm und von 18 km Länge geführt werden. Der Felsen ist fest, so daß eine Ausmauerung nicht erforderlich sein wird. Der Tunnel führt längs des Abhanges entlang, weshalb an passenden Stellen Einschläge angeordnet werden können. Ein Teil der Vorbereitungsarbeiten ist bereits ausgeführt, und 3 km von 14 qm sind fertig ausgesprengt. Anstatt eines Tunnels von 25 qm kann anfangs ein Tunnel von 14 qm oder 9 qm ausgesprengt werden; es wird jedoch am günstigsten sein, daß der Tunnel sofort mit

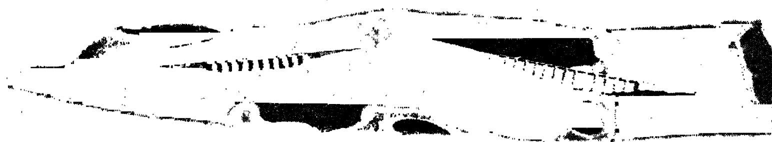
Abb. 8. Modelle von Staudämmen im Hochgebirge



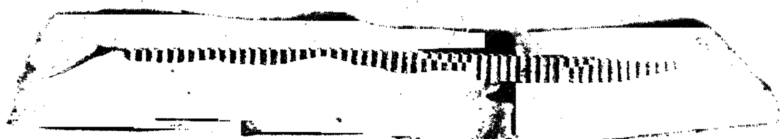
Holbudamm.



Rensdamm.



Osbudamm.



Aursjödamm.

vollem Querschnitt ausgebaut wird. Das Verteilungsbassin wird in festem Fels ausgesprengt. Zur Ausführung des Haupttunnels und des Verteilungsbassins einschließlich der Vorbereitungsarbeiten sind $2\frac{1}{2}$ Jahre erforderlich.

Von dem Verteilungsbassin bis hinab zur Kraftstation können die Rohrleitungen auf festen Felsen verlegt werden. Für das Rohrleitungsbett sind bereits erhebliche Sprengungsarbeiten ausgeführt worden. Längs des Rohrleitungsbettes sind Seilbahn, Fernsprecher und Kraftleitungen gebaut worden. Die Länge des Rohrleitungsbettes beträgt 1680 m. Die Anzahl und Größe der Rohrleitungen können dem Bedarfe angepaßt werden. In unseren Kostenanschlägen ist für Wechselstrom mit 6 Rohrleitungen zu etwa 50 000 PS gerechnet

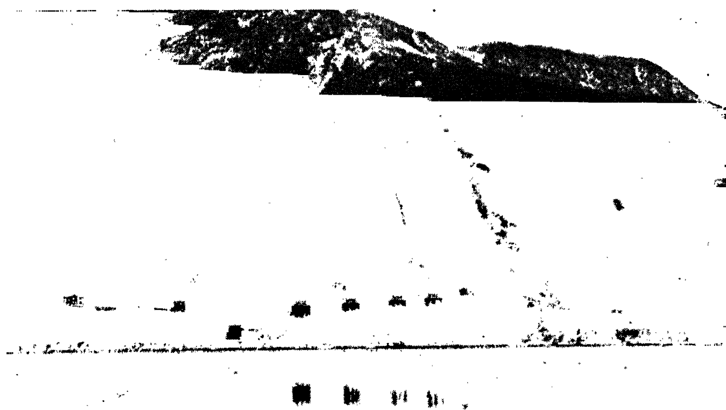


Abb. 9. Das Rohrleitungsbett und die Baustelle für die Kraftstation in Sunndalsöra.

worden, und zwar mit Durchmessern von 1450, 1350, 1250 und 1130 mm und mit Gewichten von 2050 t/St, zusammen 12 300 t. Für Gleichstrom können schwerlich größere Generatoren als 6000 kW verwendet werden, und falls zwei Generatoren für jede Turbine angesetzt werden, wird die Turbine eine Größe von 18 000 PS erhalten. Es wird zweckmäßig sein, zwei Turbinen an jede Rohrleitung anzuschließen, wodurch sich sieben Rohrleitungen zu 36 000 PS ergeben werden. Diese Rohrleitungen sollten so groß gebaut werden, daß sie 40 000 PS übernehmen können. Das dementsprechende Gewicht der Rohrleitungen wird dann 12 200 t betragen.

Die Kraftstation wird auf festen Felsen am Fjord placiert (Abb. 9). Neben der Station ist bereits eine Kaimauer gebaut worden. Die Rohre werden zur Kraftstation hinunter durch kleine Tunnels im Felsen geführt. Oberhalb der Station wird eine Schutzmauer errichtet, um die Gefahr bei eventuellen Rohrbrüchen zu vermindern.

Im unseren Kostenanschlägen ist gerechnet mit:

a) Wechselstrom

6 Peltonturbinen à 50 000 PS
6 Generatoren „ 50 000 „ 12 000 V, 3-phasig,
50 Perioden, cos. $\varphi = 0{,}8$

Die Aggregate sind vorgesehen mit horizontaler Welle, 300—375 U/min. Der Wirkungsgrad für die Turbinen ist zu 90% angegeben worden und für die Generatoren zu 97%, oder gesammelt 87,3%.

Bei vollem Ausbau betragen die Außenmaße der Station:

Breite 17 m
Länge 140 m
Fläche etwa 2380 qm

b) Gleichstrom

14 Aggregate à 18 000 PS und 250 U/min.

Für den Fall, daß eine der sieben Rohrleitungen entfernt werden sollte, sollten diese Aggregate eine Überbeanspruchung von 11% bis zu 20 000 PS aufnehmen können. Im ganzen werden dann 28 Generatoren vorhanden sein für Gleichstrom von z. B. 600 V mit einer Normalleistung von 6000 kW, 250 U/min.

Der Wirkungsgrad der Turbinen ist zu 88% und der Gleichstromgeneratoren zu 95% angegeben worden, so daß sich als Gesamtwirkungsgrad 83,6% ergeben.

Bei vollem Ausbau betragen die Außenmaße der Station:

Breite 14 m
Länge 240 m
Fläche 3360 qm

Bereits ausgeführte Arbeiten für die Fabrikanlage

Am Sunndalfjord besitzt die A/S. Aura 220 ha Baustellen, die für die Fabrikanlage und die Wohnungsbauten Verwendung finden können (Abb. 10). Bereits gebaut ist eine Werkstatt, 80×30×10 m, mit einer Anzahl Krane und Maschinen. Ferner ist ein Schuppen, 60×22×8 m, mit Kranen und Gestellen errichtet worden (Abb. 11). Für Schlackenkippung sind etwa 100 ha vorhanden, welche angeschüttet und bebaut werden können. Das Ofenhaus wird auf den Felsen oberhalb der Kraftstation und in direkter Verbindung mit derselben placiert werden können. Die Kaimauern, Werkstätten, Lagergebäude, Silos, Brecher, Packanlagen usw. können in der Nähe der Kraftstation placiert werden.

Bereits ausgeführte Arbeiten für die Ansiedelungsanlage

Die Gemeinde Sunndal hat etwa 1900 Einwohner. Etwa 500 von diesen wohnen unten am Fjord. In Sunndalsöra ist von früher einige Bebauung vorhanden, wie Kirche, Fernsprech- und Telegraphenamt, Postamt, 2 Banken, mehrere Läden, Kaimauern usw. Daselbst wohnen

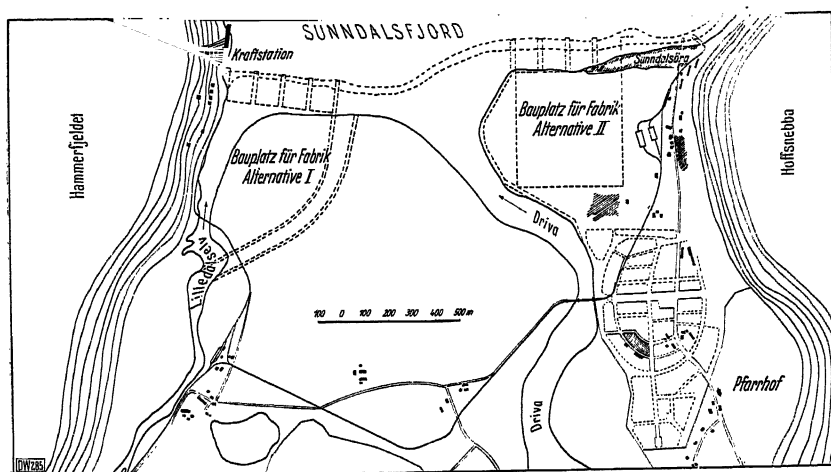


Abb. 10. Vorschlag für Bauplätze, für Fabrik- und Siedlungsanlage.

Gemeindepfarrer, Bezirksarzt, Tierarzt und Polizeikommissar. Sowohl die Gemeinde Sunndal als auch Sunndalsöra haben sich darauf eingerichtet, daß die Fabrik und die Siedelungsanlage in Sunndalsöra gebaut werden. In Sunndalsöra und in der nächsten Nähe von Sunndalsöra befinden sich von früher Häuser für etwa 1000 Arbeiter. Bei vollem Ausbau müssen weitere Häuser errichtet werden. Die Gesellschaft besitzt ausgedehnte Bauplätze, und sie wird daher die Bebauung dem Bedarfe entsprechend regulieren können. Sobald mit den Bauarbeiten begonnen wird, wird auch eine private Bautätigkeit entstehen, es muß jedoch damit gerechnet werden, daß die Gesellschaft bei der Errichtung einer Anzahl von Häusern behilflich sein muß.



Abb. 11. Werkstatt, Schuppen und Baustellen für die Fabrik in Sunndalsöra.

Der Kostenaufwand für die Kraftanlage

Die endgültigen Pläne für den Ausbau des Auraflusses können nicht festgesetzt werden, bevor bestimmt ist, in welchen Stufen der Ausbau erfolgen soll, und bevor bestimmt ist, ob Wechselstrom oder Gleichstrom zur Verwendung kommen soll.

Für hochgespannten Wechselstrom, geliefert in der Fabrik am Sunndalfjord, sind die Baukosten wie folgt berechnet worden:

Baustufen	Anzahl pro Stufe	Dauer-PS Summe	Baukosten Millionen Kronen pro Stufe	Baukosten Millionen Kronen Summe	Kr. pro Dauer-PS
		Lilledalfluß und Auraflu ß:			
I.	50 000	50 000	29,—	29,—	580,—
II.	25 000	75 000	3,—	32,—	427,—
III.	50 000	125 000	9,9	41,9	335,—
IV.	125 000	250 000	15,6	57,5	230,—
		Mardöla:			
I.	20 000	20 000	6,0	6,0	300,—
II.	20 000	40 000	8,2	14,2	355,—
		Lilledalfluß, Auraflu ß und Mardöla:			
Total	—	290 000	—	71,7	247,—

In den Kostenanschlägen für die Kraftanlage allein sind nur die drei erstgenannten Posten (siehe Seite 7—8) mitgerechnet worden und zwar Wassergerechtsame, Warenbestand usw und angefangene Bauarbeiten zusammen ungefähr Kr. 11 400 000, welchen Betrag verhältnismäßig bis auf Kr. 7 500 000 reduziert und in der Baustufe I des Lilledalwasserlaufes, 50 000 PS, im ganzen mitgerechnet worden ist.

Fabrik und Siedelungsanlage nebst Kalksteinbruch sind in den Kostenanschlägen nicht einbegriffen.

Es ist auch vorgesehen, daß der Tunnel vom Holbusee nach dem Verteilungsbassin auf einmal in voller Größe, 25 qm, ausgesprengt wird. Der kleinste Bauabschnitt entspricht der Baustufe I in Mardöla, wonach 20 000 PS im Laufe von zwei Jahren ausgebaut werden können mit einem Kostenaufwand von Kr. 300.— pro Dauer-PS, d. h. die auch während der ungünstigsten Jahreszeit verfügbaren PS. Der Gesamtausbau entspricht 290 000 Dauer-PS mit einem Kostenaufwand von Kr. 247.— pro Dauer-PS.

Die jährlichen Betriebskosten pro Dauer-PS

Als jährliche Betriebskosten werden in der Regel in Norwegen die nachstehenden Prozente des Anlagekapitals gerechnet:

Verzinsung des Anlagekapitals	6%
Amortisation durchschnittlich	1½%
(Sprengungs- und Bauarbeiten ½%, maschinelle Einrichtungen und Rohrleitungen 2,1%, Turbinen und Generatoren 5,6%)	
Unterhaltung, Abgaben an Staat und Gemeinde, Löhne, Steuern und Verwaltung	2½%
Summe etwa	10%

Die jährlichen Betriebskosten pro Dauer-PS werden sich somit folgendermaßen stellen:

Baustufe	Anzahl Dauer-PS	Preis pro Dauer-PS in Kr.
	Lilledalfluß und Aurafluß	
I.	50 000	58,—
II.	75 000	43,—
III.	125 000	34,—
IV.	250 000	23,—
	Mardöla	
I.	20 000 PS	30,—
II.	40 000 „	35,—
	Lilledalfluß, Aurafluß und Mardöla	
Total	290 000 PS	25,—

Rohstoffe

Kalkstein, Ca CO_3, gibt es an manchen Stellen an derWestküste von Norwegen. Die Gesellschaft besitzt bedeutende Steinbrüche, und zwar in Blindheim Spjelkevik etwa 200 km südlich von Sunndalsöra. Dieser Stein wird in der Fabrik in Sunndalsöra für Kr. 7,— die Tonne geliefert werden können.

Die Verwendung der Kraft

Es sind besonders zwei Umstände, die zugunsten einer Entwicklung der Großindustrie in Norwegen sprechen sollten, nämlich die wohlfeile Kraft und die Lage der Fabriken an der See.

Eine Anzahl industrieller Anlagen, wie z. B. die Stickstoffabriken des Norsk Hydro in Rjukan, die Karbidfabriken in Hafslund, die Papierfabriken in Borregaard usw. haben ihre eigenen Kraftstationen, vor dem Kriege erbaut, und der Preis dieser Kraft ist daher jetzt sehr niedrig. Andere industrielle Anlagen, wie z. B. die Aluminiumfabrik in Glomfjord, die Aluminiumfabrik in Höyanger, die Fabriken in Odda für Karbid, Cyanamid, Aluminium und Zink, die Fabrik für Ferrolegierungen in Sauda und die Nitritfabrik in Arendal, haben Verträge mit Kraftgesellschaften geschlossen und zwar die erstere mit dem Staate, die übrigen mit privaten Gesellschaften, wobei die Preise zwischen Kr. 30.— und Kr. 45.— pro Dauer-PS, hochgespannt in den Fabriken geliefert, schwanken.

Es ist bereits erwähnt worden, daß die Kraft der A/S. Aura bei Überführung zu Kr. 25.— die Dauer-PS berechnet worden ist. Selbst wenn man mit einer Extraverteuerung rechnet, z. B. infolge Forcierung der Bauarbeiten, größerer Amortisation oder größerer Verzinsung, oder bei kürzerer Verwendungszeit pro Jahr, so sollte doch der Kraftpreis in der Fabrik 0,4 bis 0,5 Öre pro kWh nicht übersteigen.

Infolge der Lage der Fabriken an der See können sämtliche Rohstoffe von Seeschiffen direkt in die Silos der Fabriken geliefert werden, wie auch die Produkte der Fabriken vom Lager direkt an Bord geliefert werden können. Die Schiffsfrachten sind verhältnismäßig niedrig. Nach Angaben des „Economist" liegt die Frachtindexzahl heute niedriger als im Jahre 1913. Es sollte daher nicht so viel zu sagen haben, daß die Fabriken abseits liegen, wenn sie nur an der See liegen.

Als dritter Umstand sollte vielleicht noch erwähnt werden, daß der Baugrund gut ist, da er aus Sand und Felsen besteht. Die Baugruben werden den erforderlichen Sand für die Betonfundamente liefern.

Schlußbemerkungen

Zur Zeit der ersten Weltkraftkonferenz in London im Jahre 1924 lag die Indexzahl für den Lebensunterhalt und die Engrospreise in Norwegen höher als in den meisten anderen Ländern.

Das Statistische Zentralbureau Norwegens macht folgende Angaben für das Jahr 1924:

	Engrospreise	Lebensunterhalt	Eßwaren
Norwegen	267	250	250

Zum Vergleich werden die entsprechenden Zahlen für 1924 von einigen anderen Ländern angegeben, z. B.:

	Engrospreise	Lebensunterhalt	Eßwaren
England	166	175	170
Deutschland	138	128	126
U. S. A.	140	171	143
Mittel für diese Länder	148	158	146

Im Juli und August 1929 hatte man für die Engrospreise und den Lebensunterhalt in denselben Ländern:

	Engrospreise	Lebensunterhalt	Eßwaren
England	136	163	153
Deutschland	138	154	155
U. S. A.	138	171	155
Mittel für diese Länder	137	163	154
Norwegen	154	180	160

Die Engrospreise sowie die Kosten für den Lebensunterhalt und die Preise für Eßwaren in Norwegen sind somit einem raschen Falle unterworfen gewesen, und sie nähern sich jetzt den Verhältnissen in den anderen Ländern der Welt.

Man muß aber annehmen, daß die wohlfeile Wasserkraft an den eisfreien Fjords Norwegens wieder mit Vorteil in der elektrotechnischen Industrie Verwendung finden wird.

Summary

Norway's cheap water power has of late found a keen competitor in steam power. One of the results of this has been that owners of waterfalls, hitherto of minor interest in view of their distance from the seacoast, have had to modify their plans in order to meet this competition. In certain instances this has been possible by diverting the entire river from its original bed into another valley opening out onto the seashore, where the power may be better utilised.

The Norwegian Government granted in 1913 to the "Aura" Co. a concession for harnessing the water power of the Lilledals river and the erection of a 100,000 HP plant at the Sundalsfjord, as well as for utilising the water powers of the Aura and Mardöla rivers and the erection of two 200,000 HP stations, situated some 25 km. from the fiord. The capital invested in the Lilledals scheme, not including interest and maintenance, amounted to 15,000,000 Kroners, large areas with extensive fore-shores, suitable for the erection of factories and dwelling-houses, being purchased at the foot of the Sundalsfjord, which is free of ice all the year round.

Since the cessation of work on the above scheme, efforts have been made to obtain a concession for the joint utilisation of the Lilledals and Aura rivers.

The "Aura" Company controls three rivers — the Lilledals, the Aura and the Mardöla. As soon as the Aura river has been diverted into its new course, it is intended to make joint use of the Lilledals and Aura rivers. A power station is to be built in the immediate neighbourhood of the sites previously purchased at the Sundalsfjord for generating an outpout all the year round of 250,000 HP. The scheme provides for the erection of three automatic sub-stations each for 11,000 HP. The water powers of the Mardöla will be diverted into the Eiskis valley and utilised in a station on Lake Eiskisdals at a distance of about 30 km. to the south-west of Sunndalen. The water powers of the Mardöla basin will best be utilised by the installation of the power generating plant in two stages, commencing with 20,000 HP and subsequently increasing this figure to 40,000 HP. Thus the power available to the factories along the Sundalsfjord will eventually total 290,000 HP.

One of the difficulties in developing the scheme is to find a sufficient number of consumers for absorbing an output of 250,000 to 290,000 HP, on which account provision has been made for carrying out the scheme in stages viz. 2 stages of 20,000 HP for the Mardöla scheme and 4 stages of 50,000 to 250,000 HP for the combined Lilledals and Aura scheme.

It will be possible on complete utilisation of these water powers to generate an annual output of 210,000 KW at a price of 0.4—0.5 Öre per KWh at the factory.

Freights will be cheap for raw materials as well as for finished goods, as the depth of water in the fiord is sufficient to allow of the largest boats going right up to the factories. Sufficient space is available along the shores of the fiord for building purposes.

Italien

Stand der Wasserkraftausnutzung in Italien am 31. Dezember 1928

Comitato Nazionale Italiano

Servizio Idrografico Italiano

Der hydrographische Dienst des Oberen Rates der Öffentlichen Arbeiten verfolgt seit mehreren Jahren die Entwicklung der Arbeiten für die Ausnutzung der nationalen Wasserkräfte und seit 1920 sammelt er systematisch Notizen über die elektrische Energie in den hydro-thermo-elektrischen Kraftwerken.

Die Resultate dieser Forschungen erscheinen vollständig in jährlichen Veröffentlichungen[1], denen wir nachfolgende Daten entnehmen.

Um die übertragenen Zahlen genauer zu erläutern, müssen wir jedoch vorausschicken, daß in den italienischen offiziellen Akten die Leistung der Wasserkraftanlagen in *theoretischen und nominellen* Pferdekräften ausgedrückt ist, welche den Durchschnitt der jährlich verfügbaren Leistungen in bezug auf die Wassermenge und die Gefälle darstellen. Wir sagen theoretisch, weil bei Umwandlung der hydraulischen Energie in mechanische und elektrische Energie von Verlusten jeglicher Art abgesehen wird. Die so gemeinte Leistung ist proportionell dem Produkt der Wassermenge mit dem Gefälle, wenn diese beiden Elemente konstant sind; wenn Gefälle und Wassermenge oder beide Elemente Veränderungen ausgesetzt sind, wird in den offiziellen Akten der mittlere Wert der mittleren theoretischen Leistungen der einzelnen Monate (oder der einzelnen Tage) des Jahres eingeführt.

Wenn H das mittlere Gefälle — ausgedrückt in Metern — in einem Monat des Jahres ist, Q die entsprechende mittlere Wassermenge in mc/sec, so ergibt sich die nominelle Leistung im allgemeinen aus:

$$P = \frac{1000}{75} \frac{\Sigma QH}{12} \text{ theoretischen oder nominellen Pferdekräften,}$$

wobei die Summe des zweiten Gliedes sich auf 12 Monate des Jahres erstreckt.

Stand der italienischen Anlagen für die Wasserkraftnutzung anfangs des Jahres 1929

Die systematischen und vollständigen Nachforschungen des hydraulischen Dienstes beziehen sich nur auf Wasserkraftanlagen mit einer

[1] Ministerium der Öffentlichen Arbeiten, hydrographischer Dienst: Veröff. 10 „Große Wasserkraftanlagen in Betrieb und im Bau". — Der letzterschienene Band bringt die Daten am 31. Dezember 1928. Veröff. 11 „Die Produktion elektrischer Energie in Italien". Auch dieser Band gibt die Daten bis Ende 1928.

nominellen Leistung von mehr als 300 PS (*große* Kraftanlagen gegenüber *kleinen* Kraftanlagen mit weniger als 300 PS).

Anfang des Jahres 1929 waren 719 große Kraftanlagen mit einer umfassenden Leistung von *2,85 Mill. nominellen PS* in Betrieb.

Die installierte elektrische Leistung in diesen Anlagen stieg am selbigen Datum auf *3,014 Mill. kW*. Es ergibt sich daher eine mittlere Leistung pro Anlage von *3964 nominellen PS* und *4190 kW*.

In bezug auf die Bergketten, wo die Anlagen errichtet sind, ergab sich die Verteilung wie folgt:

Alpen	1 956 000 PS	gleich	68,6 %
Nördliche Appenninen	122 000 ,,	,,	4,3 %
Central-Südliche Appenninen . . .	723 000 ,,	,,	25,2 %
Inseln	49 000 ,,	,,	1,7 %

da den Alpen die Wassernutzungen der Regionen Venetiens und dem Po-Gebiet bis einschließlich Tanaro, sowie auch diejenigen Liguriens einschließlich Taggia zuerteilt worden sind. Im nördlichen Appennin sind die Appennin-Nebenflüsse des Po und die Wasserläufe der Romagna bis ausschließlich dem Metauro und diejenigen der Liguria und der Toscana bis zum Arno (einschließlich) inbegriffen.

Tabelle 1 Große Wasserkraftanlagen in Betrieb
(Verteilung nach Regionen)

Regionen	Anzahl	Mittlere theoretische Leistung PS	Installierte elektrische Leistung kW
Piemonte	198	779 826	878 989
Lombardia	152	711 807	801 243
Venezie	139	456 168	425 200
Liguria	12	26 240	38 840
Emilia	27	67 226	146 720
Italia Settentrionale	528	2 041 267	2 290 992
Toscana	22	39 173	59 073
Marche	31	61 048	61 448
Umbria	20	205 123	133 594
Lazio.	42	150 593	132 004
Abruzzi e Molise	33	118 389	128 122
Italia Centrale	148	574 326	514 241
Campania	15	48 552	43 496
Basilicata	2	1 807	1 880
Calabria	18	135 536	91 386
Italia Meridionale	35	185 895	136 762
Sicilia	4	13 699	22 650
Sardegna	4	35 210	48 870
Isole	8	48 909	71 520
Italia.	719	2 850 397	3 013 515

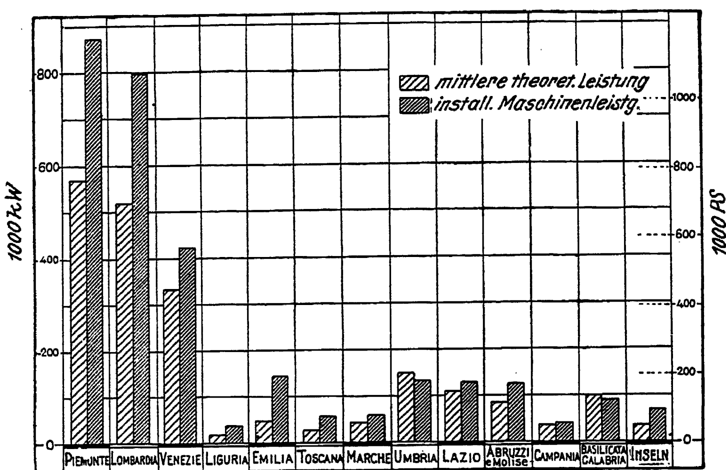


Abb. 1.

Zusammenstellung 1 und Abb. 1 enthalten die Zahl und die Leistungen der Kraftwerke, die in Betrieb sind, und jener im Bau befindlichen (unter Hinweis auf die weiteren Bemerkungen) in den verschiedenen Regionen.

Wir wiederholen, daß die oben genannten Zahlen sich nur auf die Kraftwerke mit mittlerer nomineller Leistung von mehr als 300 PS beziehen. Um die gesamte Höhe der hydraulisch-theoretischen Leistung, die Ende 1928 in Italien ausgenützt worden ist, zu bewerten, müssen die Werte, die aus den sehr zahlreichen Anlagen mit minderer Leistung herrühren, zugerechnet werden. Aus den bereits gesammelten Angaben, hauptsächlich der „Italienischen Elektrotechnischen Vereinigung“ (Associazione Elettrotecnica Italiana) und der „Nationalen Fascistischen Vereinigung der Elektrischen Industrie“ (Unione Fascista Nazionale Industrie Elettriche) ist nunmehr festgestellt, daß die kleineren Anlagen — einige Tausende — in ihrer Gesamtheit eine theoretische mittlere Leistung von nicht weniger als *250 000 PS* darstellen.

Die theoretische mittlere Leistung aller am 31. Dezember 1928 in Italien in Betrieb stehenden Anlagen — große und kleine — muß folglich mit ungefähr *3,1 Mill. PS* bewertet werden. Die Leistung der elektrischen Maschinen, die in den Elektrizität erzeugenden Kraftwerken (und es ist fast die Gesamtheit) errichtet worden sind, beläuft sich auf *3,2 Mill. kW* oder *4,35 Mill. PS.* Wenn man einen mittleren Gesamtwirkungsgrad von 0,75 für die Erzeugergruppen (Turbine-Alternator) annimmt, so würde die hydraulische Leistung, die die Turbinen imstande sein würden einzusaugen, falls sie gleichzeitig mit voller Belastung arbeiten würden, auf *5,8 Mill. PS* steigen.

Zieht man auch die Turbinen, welche direkt an die Arbeitsmaschinen gekuppelt sind, in Betracht, so muß die Leistung aller hydraulischen Motoren, die die Energie der Wasserläufe ausnutzen, auf rund *6 Mill. PS* bewertet werden.

Ein sehr genaues Bild der Verteilung der Leistung in dem Lande der am 31. Dezember 1928 in Betrieb stehenden Anlagen ersieht man aus

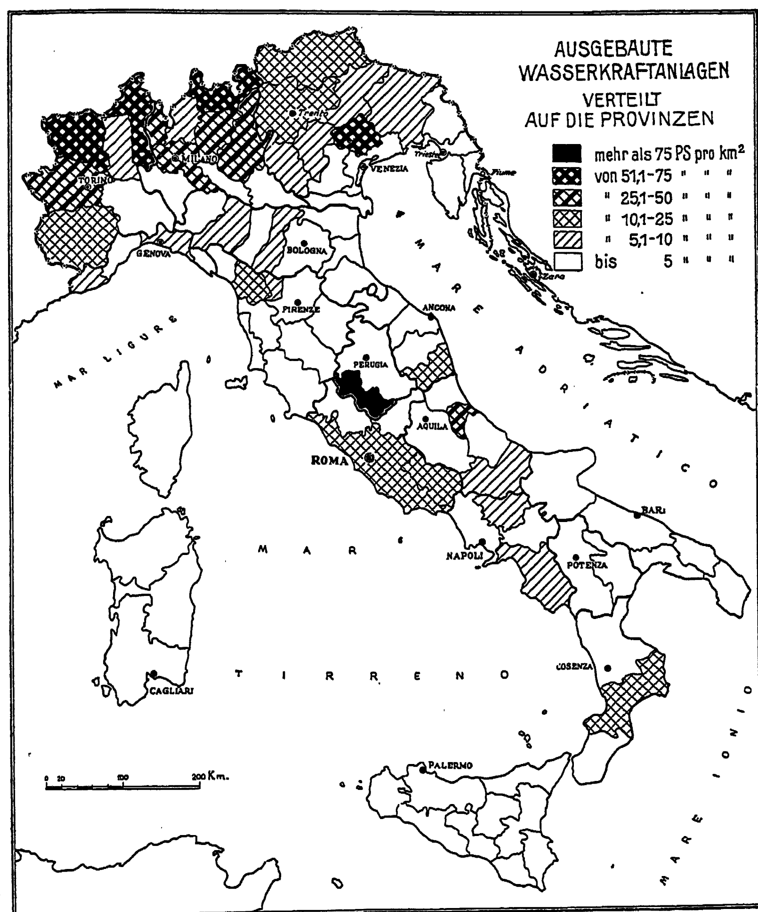


Abb. 2.

der Karte (Abb. 2), in welcher die jeder Provinz zustehenden Dichtheiten — gemessen an der Zahl der Pferdekräfte für jeden km^2 — hervorgehoben sind.

Von allen andern Provinzen Zentral-Italiens hebt sich die Provinz Terni ab (2129 km²), der *91 PS/km²* zustehen. In einigen Alpengegenden findet man eine gleich um *50 bis 75 PS/km²* geringere Dichtheit.

Ähnlich ist die Verteilung der kW/km^2, während für einige Zonen die Verteilung der Watt pro Einwohner sehr verschieden ist.

Die mittleren Dichtheiten für die ganze italienische Region ergeben *9,7* kW/km^2 und *73 W* pro Einwohner.

Es ist fast überflüssig hervorzuheben, daß in den meisten Fällen (die zwei großen Inseln nunmehr ausgeschlossen) die Höhe der installierten Leistung nicht imstande ist, ein exaktes Bild der Wesenheit des

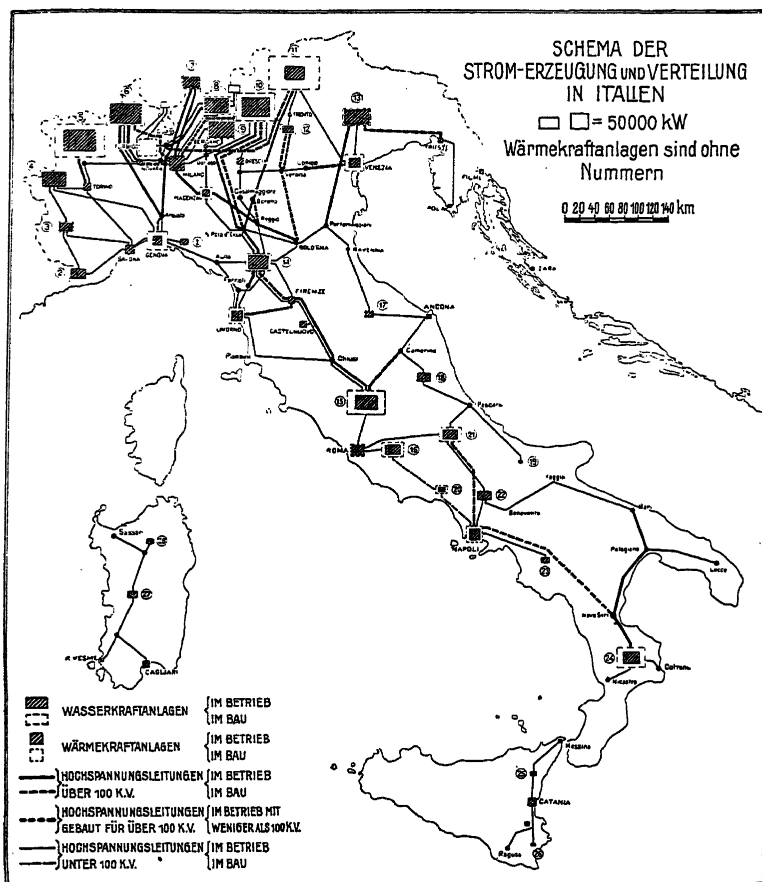


Abb. 3.

elektrischen Energieverbrauchs in den einzelnen Regionen zu geben, weil die großen interregionalen Kraftübertragungsleistungen nunmehr Sitz der sehr bedeutenden Energiebewegungen sind. Das Schema des Netzes geht aus Abb. 3 hervor.

Das italienische Kraftwerk mit größter elektrischer Leistung Ende 1928 war jenes von Fadalto (Piave S. Croce) mit installierten *70 600 kW* und *46 640 nominellen PS*.

Am 31. Dezember 1928 waren 43 Kraftwerke in Betrieb mit einer Leistung von mehr als *20 000 kW*, welche zusammengefaßt über *1,455 Mill. kW* verfügten.

Das höchste Gefälle ist jenes der Zentrale Venaus (1098 m) im Gebiete der Dora Riparia (Piemont). Die Zentralen mit Gefällen von mehr als 700 m waren 15 an der Zahl.

Die Gesamtheit der italienischen hydroelektrischen Anlagen umfaßt zahlreiche und wichtige Saison-Speicherbecken, denen noch die großen Alpenseen beizufügen sind, obwohl sie noch nicht als regulierende Stauräume in Betracht kommen können wegen Mangel an besonderen nötigen Werken zu diesem Zwecke, üben sie doch bereits jetzt eine Regelwirkung von großer Wichtigkeit aus. Am 31. Dezember 1928 konnte man 68 künstliche Seen mit Stauraum von über *500 000 m³* zählen. Sie hatten ein gesamtes Fassungsvermögen von *1,21 Milliarden m³*.

Um die Wichtigkeit dieser Werke richtig zu bewerten, ist es nötig, das Arbeitsvermögen, das in den Staubecken aufgehäuft ist, wenn sie vollständig gefüllt sind, abzuschätzen. Die Höhe dieser Energie ergibt *960 Mill. kWh*, die so verteilt sind:

Alpen	421	Millionen m³ gleich	656 000 kWh
Nördliche Appenninen . .	45	„ „ „	45 000 „
Zentral- und südliche Appenninen	107	„ „ „	160 000 „
Inseln	638	„ „ „	114 000 „

Das Staubecken mit größtem Fassungsvermögen ist jenes vom Tirso (*374 Mill. m³* und 50 Mill. kWh), während das Staubecken, das den größten Wert an Arbeitsvorrat aufweisen kann, dasjenige ist, das vom See S. Croce genährt wird *(120 Mill. m³* und *84 Mill. kWh)*. Diese Werte sind von keinem der 27 Staubecken, die an demselben Datum im Bau begriffen waren und die zusammen *470 Mill. m³* und mehr als *330 Mill. kWh* darstellten, überstiegen worden.

Die Leistung von *3,01 Mill. kW* der 719 großen Anlagen ist auf 1795 elektrische Erzeuger mit einer mittleren Leistung von etwa *1677 kW* pro Maschine verteilt. Die Maschinen für mehr als *3000 kW* von 282 an der Zahl, stellen mehr als $^2/_3$ der Gesamtheit dar; von diesen haben 50 eine Einzelleistung von mehr als *10 000 kW* mit einem Gesamtwert von *737 000 kW*.

Die italienischen Anlagen erzeugen meist Wechselstrom; die gegenwärtig im Gebrauch stehenden Frequenzen sind ziemlich verschieden, wie aus folgenden Daten zu ersehen ist:

Einzige Frequenz	16,7 per/sec:	120,4 Tausend kW	= 4,1 %	der Gesamtheit
	42 „	949,3 „ „	= 31,4 %	„ „
	45 „	272,9 „ „	= 9,1 %	„ „
	50 „	1026,8 „ „	= 34,1 %	„ „
Doppelte Frequenz	42/50 „	447,2 „ „	= 14,8 %	„ „
	45/50 „	103,4 „ „	= 3,4 %	„ „
Gleichstrom		68,9 „ „	= 2,3 %	„ „

Die Frequenz 50 ist in Zentral-Italien, auf den Inseln und in Piemont überwiegend; die Frequenz 42 herrscht in der Lombardei, Venetien und Emilien.

In Süd-Italien begegnet man fast ausschließlich der Frequenz 45 Perioden in der Sekunde.

Mit einer Frequenz von 16 Perioden in der Sekunde wird nur der Strom hergestellt, der bestimmt ist, den staatlichen Eisenbahnen für die Strecken mit elektrischem Dreiphasensystem die Traktionenergie zu liefern.

Der größte Teil der hydro-elektrischen Zentralen Italiens gehört privaten Unternehmungen, welche die Energie an Private liefern oder aber — weniger häufig sie selbst verbrauchen. Nicht ganz unerheblich ist immerhin die Zahl der Anlagen, die öffentlichen Verwaltungen angehören, und in erster Linie die der Staatlichen Eisenbahnen, welche über etwa 50 000 installierte Pferdekräfte für die elektrische Traktion verfügen.

Eine gewisse Anzahl der Kraftwerke gehört Gemeinden oder Vereinigungen von Gemeinden, so die wichtigsten bewohnten Zentren Turin, Mailand, Rom und einige andere, und eine große Anzahl von kleinen Zentren, die eigene Anlagen mit Leistung von ungefähr 170 000 PS besitzen.

Weitere Anlagen für etwa 120 000 PS endlich gehören Vereinigungen, an welchen der Staat oder öffentliche Verwaltungen (Provinzen und Gemeinden) interessiert sind.

Produktion elektrischer Energie in Italien im Jahre 1928

Man muß vorausschicken, daß das System der hydro-elektrischen Anlagen, deren hervorragendste Charakteristiken im vorhergehenden Paragraphen kurz zusammengefaßt worden sind, mit einer Gruppe thermo-elektrischer Anlagen verknüpft ist, die sich in der Nähe der größten Verbrauchszentren befinden und die in ihrer Gesamtheit über eine Leistung von etwa $^1/_5$ der hydro-elektrischen verfügen.

Die bereits erwähnte schematische Karte (Tabelle III) hebt die Gesamtcharakteristiken hervor; in ihr sind die nahen Zentralen, die eine und dieselbe Linie oder eine Gruppe von Linien versorgen, vereinigt und werden durch Flächenraumzonen, die proportionell der installierten Gesamtleistung sind, dargestellt. Jede Gruppe der hydro-elektrischen Anlagen ist durch ein Rechteck verzeichnet, jede Gruppe der thermo-elektrischen Anlagen durch ein Viereck. Der schraffierte Teil jedes Flächenraumes entspricht der Leistung im Betrieb, der weiße der Leistung im Bau. Wenn die zur Zeit laufenden Arbeiten vollendet sein werden, werden sich die schraffierten Flächen bis zum äußeren, durch Striche verzeichneten Quadrat hinziehen.

Auch die Linien sind schematisiert, so daß die hauptsächlichsten Verbindungen zwischen den verschiedenen Anlagegruppen hervorgehoben werden.

Die hydro-elektrischen Kraftwerke sind längs der Bergketten verteilt, die thermo-elektrischen hingegen, wie bereits gesagt, in der Nähe der Verbrauchszentren, vorzugsweise in Seegegenden, oder wenigstens in Gegenden, die dem Meere durch fahrbare Wasserstraßen zugänglich sind. Da die Alpenanlagen durchaus überwiegen, liegt das, was wir den Gewichtsschwerpunkt des italienischen elektrischen Systems nennen könnten, ein wenig südlich des Po-Gebietes.

Die sicher festgestellten Notizen für das Jahr 1928 über die erzeugte Energie betreffen 844 hydro-elektrische Kraftwerke mit *2,91 Mill. kW* gleich 91 % der Gesamtleistung, die Ende des Jahres im Betrieb war, und auf 226 thermo-elektrische Kraftwerke mit *645 000 kW.*

Während des Jahres haben die obengenannten hydro-elektrischen Kraftwerke *8,7 Milliarden kWh* geliefert, während nur *235 Mill.* in den thermo-elektrischen Kraftwerken erzeugt wurden.

Zur Bildung der hydro-elektrischen Leistung haben die verschiedenen Berggruppen des Landes beigetragen, und zwar in nachstehenden Proportionen:

Alpen	6111	Millionen kWh	gleich	70,3 %
Nördliche Appenninen	393	„	„	4,5 %
Zentral- u. südliche Appenninen	1979	„	„	22,8 %
Inseln	211	„	„	2,4 %

Wenn man die erzeugte elektrische Energie mit der mittleren theoretischen Leistung der Wasserkraftanlagen, durch welche die Energie erzeugt worden ist, vergleicht, kommt man zur Erkenntnis, daß die Verfügbarkeit der Wasserkraftwerke im Laufe des Jahres im niederen Maße von 70 % ausgenützt worden ist, daß also die mittlere theoretische Leistung im Verhältnis von 6000 zu 8784 Stunden ausgenützt worden ist. Für die installierte Leistung ist hingegen eine Ausnützungsdauer von etwa 3000 Stunden im Laufe des Jahres 1928 festgesetzt worden.

Um die gesamte im Jahre 1928 in Italien erzeugte elektrische Energie festzustellen, muß den oben genannten Werten der Beitrag der Kraftwerke beigefügt werden, von denen wir noch keine genauen Notizen besitzen; man nimmt mit Grund an, daß diese Höhe *9,75 Milliarden kWh* erreicht habe.

Um den gesamten Verbrauch in Italien festzustellen, bleibt uns nichts übrig, als die von der Schweiz eingeführte Energie (hydro-elektrische) beizufügen, welche in der nationalen Bilanz eine nicht zu verachtende Wichtigkeit einnimmt, da sie den gleichen Wert der thermo-elektrischen Erzeugung erlangt.

Während des Jahres 1928 sind tatsächlich *240 Millionen kWh* eingeführt worden (2,5 % der nationalen Erzeugung), so daß also die verbrauchte Energie (inbegriffen, wenigstens größtenteils, der für die Transformation, den Transport und die Verteilung verschwendeten Energie) auf *10 Milliarden kWh* (gleich *258 kWh pro Einwohner* und *32 000* kWh/km^2 des nationalen Territoriums) steigt.

Von diesen *10 Milliarden kWh* sind für Beleuchtung und Erwärmung (letztere stellt zur Zeit einen kleinen Teil dar) *1,2 Milliarden kWh,* für

Traktion *950 Mill.* für Betriebskraft *5,35 Milliarden* und für chemische und metallurgische Industrie *2,5 Milliarden* verwendet worden.

Neue hydro-elektrische Anlagen im Bau anfangs 1929

Um das Bild der hydraulischen Anlagen zu vervollkommnen, ist es angemessen, einen kurzen Wink über die im Bau begriffenen Kraftwerke zu geben.

Die im Bau begriffenen Kraftwerke stellten Ende 1928 im Gesamten etwa *885 000 mittlere theoretische Pferdekräfte* dar, und zwar:

Alpen	591 000 PS	gleich	67 %
Nördliche Appenninen	61 000 „	„	7 %
Zentral- und südliche Appenninen . . .	227 000 „	„	25 %
Inseln	6 000 „	„	1 %

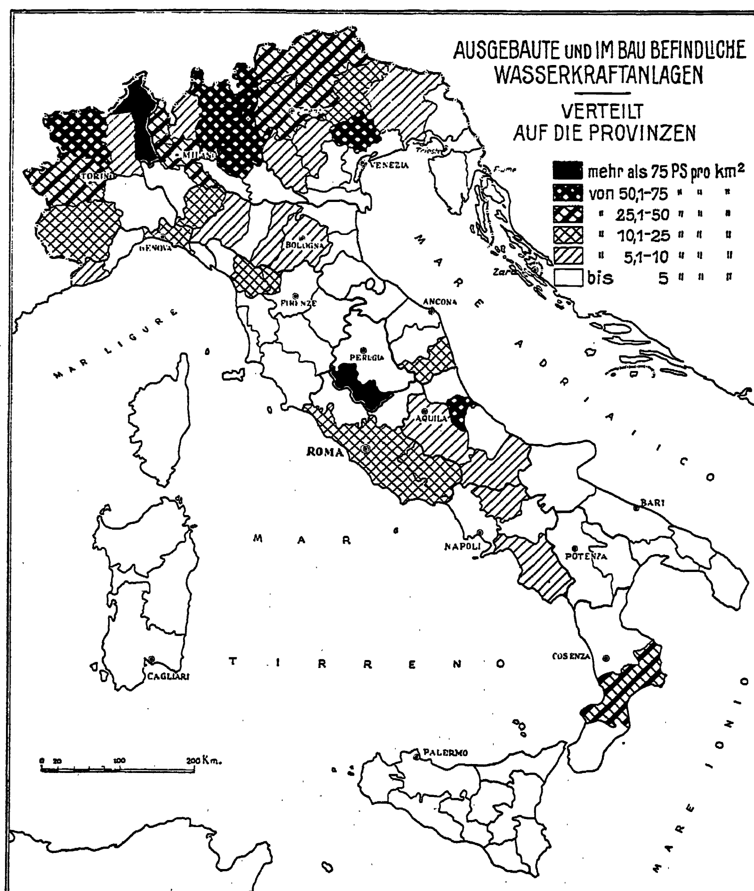


Abb. 4.

Wenn die zur Zeit im Bau begriffenen Arbeiten vollständig beendet sein werden, wird die Leistung der Wasserkraftanlagen für Betriebskraft von zur Zeit *2,85 Mill. mittleren theoretischen PS*, die allein in den großen Kraftwerken im Betrieb sind, auf 3,73 Mill. steigen; mit Inbegriff der kleinen Anlagen werden sie zweifellos *4 Mill. PS* übersteigen.

Die Ausführung der neuen Anlagen wird die Proportion zwischen den verschiedenen Teilen Italiens nicht modifizieren. Tatsächlich fallen $^{2}/_{3}$ der laufenden Arbeiten in die Alpenregionen mit ausgesprochener Überwiegung in die Region Venetiens, dank besonders der Intensität, mit welcher die Ausbeutung des Gebietes der Adige fortschreitet.

Die Verteilung, welche die mittlere theoretische ausgenützte Leistung erreichen wird, wenn die am 31. Dezember 1928 im Bau begriffenen Anlagen vollständig beendet sein werden, ersieht man deutlich aus der Abb. 4, aus welcher, gleich der Abb. 2, die Dichtheiten pro km² entsprechend der Summe der im Bau begriffenen und der im Betrieb stehenden Leistung vermerkt ist.

Angenommen daß auch in den im Bau befindlichen Anlagen die Proportion zwischen mittlerer theoretischer Leistung sich auf derselben Höhe erhalte, wie in jenen im Betrieb stehenden, müßten in den im Bau begriffenen Kraftwerken etwa *950 000 kW* installiert werden, dann würde die in den großen Wasserkraftwerken installierte Leistung etwa *4 Mill. kW* erreichen. Aber es ist leicht vorauszusehen, daß dieser Wert in Wirklichkeit etwa überschritten werden wird in Beziehung auf die Tendenz, die sich immer deutlicher zeigt (hauptsächlich für die Wasserkraftwerke mit Staubecken), um die elektrische installierte Leistung gegenüber der mittleren verfügbaren Leistung zu vermehren. Daraus folgt, daß die nationale hydro-elektrische Leistung mit dem den kleinen Anlagen zugehörenden Teil zweifellos die *4,5 Mill. kW* erreichen wird.

Summary

The Hydrographic Department of the Ministry of Public Works has interested itself for several years in the utilisation of the national water powers, and since 1920 has collected detailed information on the electrical energy of hydro-electric and steam power stations. The results of this work are published every year in annals, and the present paper gives some of the most important data contained in these publications.

At the beginning of 1929 there were 719 large power plants (i. e. plants with a nominal output exceeding 300 HP) with a total output of 2 850 000 HP and a total installed capacity of 3 014 000 kW. The calculated mean output of the smaller plants amounts to not less than 250 000 HP. The calculated mean output of all plants, great and small, in service on the 31 st Dez. 1928 was about 3 100 000 HP, the installed capacity of electrical machines in generating stations (and this includes practically the entire number) amounting to 3 700 000 kW. If we assume an average over-all efficiency of 0.75 for the generator sets (turbo-alternators) the hydraulic power which the turbines would be capable of absorbing under full load all the time would be 5 800 000 HP. If we consider turbines directly coupled to electrical machines, the output of motors utilising the energy of rivers, etc will

be about 6 000 000 HP. The mean installed capacity is 9—7 kW per sq. km. and 73 watts per capita.

All Italian hydro-electric plants are provided with large and important seasonal storage basins, among which we may include the great Alpine lakes; although these latter cannot be considered as regulating storage basins, in view of the fact that they are not equipped with the special plant-necessary for this purpose, they are nevertheless of great importance in this respect. Up to the 31 st Dec. 1928 the number of artificial lakes with storage capacities of over 500 000 cub. m. was 68, the total storage capacity being 1 250 000 cub. m. (corresponding to an output of 960 million kWh.) The mean calculated output of power stations under construction at the end of 1928 was 885 000 HP. The total output of electrical energy in Italy in 1928 amounted to 9,75 milliard kWh, of which 9,5 milliards were generated in hydro-electric stations. In addition, 240 million kWh were imported from Switzerland, so that the total quantity of energy consumed amounts to 10 milliard kWh i. e. 258 kWh per capita and 32 000 kWh per sq. km.

Italie

Conduites forcées en Italie

Comitato Nazionale Italiano

Ing. E. Bernardini

L'Italie, justement classée aujourd'hui parmi les nations les plus avancées du monde en fait d'installations hydro-électriques, a aussi un passé historique dans la construction des conduites forcées qui mérite d'être rappelé dans ce court mémoire consacré à ces dernières.

Les anciens romains nous en laissèrent un témoignage suffisant dans leurs chroniques et dans les restes rencontrés fréquemment dans les fouilles archéologiques effectuées soit en Italie soit dans n'importe quelle province de l'Empire Romain.

Dans la seule ville de Rome, à l'époque de son ancienne grandeur, les quatorze aqueducs décrits par Sextus Julius Frontinus dans son ouvrage „De Aquaeductibus Urbis Romae Commentarius" (que d'autres écrivains portaient à vingt) amenaient journellement un volume d'eau d'environ un milliard et 773 millions de litres, ce qui, en rapport à la population présumée de ce temps-là, correspond à une disponibilité journalière d'environ 1500 litres par personne. L'adduction de l'eau à Rome, au moyen de conduits, commença en l'année 441 après sa fondation (312 avant J. C.), tel que nous le dit notre Frontinus: „Ab urbe condita per annos CCCCXXXXI contenti fuerunt Romani usu aquarum, quas aut ex Tiberi, aut ex puteis, aut ex fontibus hauriebant . . . . M. Valerio Maximo, P. Decio Mure conss., anno post initium Sannitici belli, Aqua Appia inducta est ab Appio Claudio Crasso censore . . . ." L'énorme quantité d'eau ci-dessus était amenée à Rome au moyen de caniveaux en maçonnerie, supportés au besoin par des longues théories de voûtes, dont les vestiges suscitent encore aujourd'hui l'admiration des touristes; en ville elle était distribuée aux fontaines, aux thermes, aux naumachies, aux maisons par un résau de conduites forcées. Il n'est pas à dire que l'eau fût seulement destinée à l'alimentation et au plaisir, mais bien aussi aux besoins industriels. Et nous avons des preuves éloquentes que l'eau des aqueducs actionnait les meules à grain. De plus, dans la carrière du Barco, d'où l'on extrait le travertin, près des Aquae Albulae sur la route de Tivoli, ont été remis au jour, il y a plusieurs années d'ici, les restes d'un aqueduc de l'époque impériale, disposé parallèlement à l'ancienne route, ayant vraisemblablement un débit équivalent à peu près à celui de l'ancien

aqueduc „Aqua Martia“. Or, rien d'étonnant que ce volume considérable d'eau n'ait pas seulement servi aux besoins alimentaires et aux ablutions des ouvriers travaillant dans la carrière, mais surtout à actionner des roues, des scies, des monte-charges etc.

Et de quel matériel étaient-elles constituées les conduites? Marcus Vitruvius nous le dit dans son ouvrage „De Architectura“, au livre VIII: „Ductus autem aquae fiunt generibus tribus, rivis per canales structiles, aut fistulis plumbeis, seu tubulis fictilibus.“ C'est-à-dire: les caniveaux en maçonnerie, les tuyaux en plomb et les tuyaux en céramique. Sur la construction des tuyaux en plomb le même Vitruvius nous éclaire de la manière suivante: „Si autem fistulis plumbeis ducetur (aqua), primum castellum ad caput struatur, deinde ad copiam aquae lamnae fistularum constituantur, eaeque fistulae ab eo castello collocentur ad castellum quo erit in moenibus... Ex latitudine autem lamnarum quot digitos habuerint antequam in rotundationem flectantur, magnitudinem ita nomina concipiunt fistulae. Namque quae lamna fuerit digitorum quinquaginta, cum fistula perficietur ex ea lamna, vocabitur quinquagenaria, similiterque aliquas.“ En d'autres termes: les tuyaux romains en plomb, ou „fistulae“, étaient tirés de platines en plomb, cintrées de sorte à obtenir une section rappelant la forme d'une olive ou d'une poire, en rapprochant les bords émoussés, qui étaient ensuite soudés; ce procédé de construction résulte clairement des nombreux restes de tuyaux qu'on découvre dans les fouilles et dont quelques uns portent des inscriptions en relief venues de fonte avec les platines. Frontinus donne également une description detaillée de ces tuyaux, qui équivaut à un de nos usuels prospectus de tuyaux pour conduites forcées.

Faut-il ajouter, pour achever ce court aperçu historique, que les tuyaux étaient branchés sur la réserve d'eau au moyen d'une sorte d'ajutage calibré, habituellement en bronze, appelé „calix“ et que les plombiers romains connaissaient les robinets, dont on voit des exemplaires parfaits à Pompéi.

Depuis cette époque lointaine il faut remonter — à ce qui nous résulte — jusque vers la fin de 1600 pour pouvoir parler de conduites forcées; c'est à cette époque qu'ont été établi les conduites d'eau alimentaire de Versailles, Clermont Ferrand etc. avec tuyaux en fonte et celle de Gênes avec tuyaux en marbre blanc, à section circulaire intérieurement et octogonale extérieurement, avec jonctions par bouts mâle et femelle.

Mais en négligeant les conduites en bois pour l'actionnement de roues hydrauliques, qu'on voit parfois en fonction dans les hautes vallées, charmantes et pittoresques évocations de ce que fut l'exploitation primordiale de l'énergie hydraulique, il ne peut pas avoir été question de conduites forcées pour production d'énergie avant l'invention des turbines ou roues à caisse fermée. C'est dans la première moitié du XIX^{e} siècle, où l'esprit inventif semble se réveiller du long sommeil médiéval, que les premiers types de turbines font leur début, s'achemi-

nant sur la grande voie, vers le but que nous connaissons bien, où les amenait fatalement l'application des théories de Volta, Pacinotti. Galileo-Ferraris. Et avec le superbe asservissement de la nouvelle énergie, l'électricité, gloire sublime du génie humain, avec la création des centrales électriques toujours plus grandioses, naquit la nécessité pour les constructeurs de poser le problème des conduites forcées.

Parmi les premières installations établies en Italie nous estimons digne de mention la centrale de Tivoli. La Société Anglo-Romaine pour l'éclairage de Rome avec le gaz et d'autres systèmes, qui avait depuis 1854 l'entreprise de l'éclairage de Rome par le gaz, inaugurait au mois d'août 1892 cette centrale de 2000 CV, sur la rive gauche de l'Aniene, et transportait l'énergie à Rome, sous une tension de 5000 V, sur un parcours de 26 km; c'était à ce moment-là la première installation du monde transportant une force remarquable à considérable distance pour distribution d'énergie électrique. — Citons encore l'installation de Isoverde, de l'aqueduc De Ferrari Galliera de Gênes, la première en date pour transport d'énergie éléctrique en Italie. A cette époque (1889) la technique ne concevait pas encore des conduites et des turbines pour des hautes pressions; par suite la chute totale de 370 m fut fractionnée en trois centrales. Enfin l'installation de Paderno de la „Società Generale Edison di Elettricità" de Milan, le 28 septembre 1898, transformait pour la première fois l'énergie hydraulique de l'Adda en courant électrique, qui, sous 13 000 V de tension, était transporté à Milan loin de 32 km.

Nous sommes dans la période des conduites forcées entièrement rivées, construites en tôle d'acier Siemens Martin, que des modestes chaudronneries italiennes étudièrent et construisirent avec une adresse et un courage tels à pouvoir en peu de temps rivaliser avec les industries étrangères, dans une période où l'Italie avait très peu d'industries, soit pour faute de gisements de matières soit parce que le pays est éminemment et presqu'exclusivement agricole. Ce fut pendant cette période que, grâce surtout à l'initiative de la „Società Italiana Tubi Togni" de Brescia, surgîrent ces ateliers pour la construction des conduites forcées en tôle d'acier qui, avec les progrès de la technique, avec le développement toujours grandissant des installations hydro-électriques et avec la ferme volonté des industriels de parvenir, s'affirmèrent sur le marché et en luttant avec acharnement dans ce pays pauvre de moyens et de matières premières, forts de la convinction que la richesse en eau de l'Italie ne devait pas fuir sans but à la mer, aboutîrent aujourd'hui à cette industrie capable de produire les conduites forcées bien plus grandes qui sont demandées actuellement, soit par le marché national soit par l'étranger, vers lequel elle achemine la prospérité italienne.

Il ne faudrait pas passer sous silence les efforts faits par notre sidérurgie, dans un pays pauvre de fer et de charbon, pour se mettre en condition, dès le début, de collaborer avec la nouvelle industrie.

Lorsque nous regardons aujourd'hui les conduites de ces premières installations, lorsque nous revoyons les plans qui ont servi à les établir, pauvres chiffons de papier rongés, comme de vieux étendards honorés de légions victorieuses, nous ne pouvons que les admirer comme des documents historiques surpassés désormais, mais en même temps surgit en nous un sentiment ému de dévotion pour ces pionniers qui ont créé, pour ainsi dire, de rien ces premières conduites, et qui, sans le secours d'une pratique précédente, ont établi des calculs, imaginé des nouveaux systèmes de travail etc. et ont vaincu les difficultés et les inconvénients inévitables des premières réalisations seulement avec l'enthousiasme et le sacrifice, au nom de l'Italie. Il est vrai que nous nous trouvons dans la terre du grand Léonard de Vinci, qui vers le 1500 exposa avec une analyse profonde et une rare doctrine et perspicacité les lois les plus abstruses de l'écoulement et du débit, mais il est également vrai que le même Léonard considéra les lois de l'hydraulique les plus rebelles et qu'il ne put pas traiter, pour l'époque où il vécut, les problèmes de l'écoulement qui se présentèrent dans les constructions postérieures à lui.

Naturellement ces premières installations exploitèrent des chutes limitées et les conduites pour des débits importants n'excédaient pas certaines valeurs de diamètre et d'épaisseur au dessus desquelles l'industrie ne pouvait pas s'aventurer à ce moment-là. D'ailleurs toutes les chutes, ou à peu près, étaient disponibles et on s'adressa aux plus faciles et aux plus accessibles.

Procédant toutefois avec l'exploitation des chutes les plus favorables, se posa le problème d'augmenter l'utilisation de la force hydraulique et on commença à remonter les vallées et à affronter des chutes estimées jadis prohibitives. Les progrès faits par la science avaient démontré la possibilité pratique du transport à distance de quantités de plus en plus grandes d'énergie par l'élévation de la tension; il n'était plus question de 2000—3000—5000 V, mais bien de 12 000—15 000 et par la suite 40 000, (aujourd'hui les 200 000 V sont largement dépassés). Les constructeurs de machines suivaient ces progrès se mesurant avec des appareils toujours plus puissants, 3000—6000 kVA. Par suite la nécéssité de centrales le plus possible proches des villes ou des lieux d'utilisation n'existe plus et de ça la demande de conduites forcées capables de plus grands débits sous des charges statiques plus importantes.

Mais les conduites forcées rivées ont une limite imposée par le diamètre et la longueur des rivets, et les plus modernes projets d'installation demandaient des tuyaux de nouveaux systèmes, capables de supporter des plus fortes pressions. En 1904—1905 les tuyaux soudés au gaz à l'eau fîrent leur première apparition et en 1906 trouvèrent chez nous leur première application dans la conduite de Cogno (vallée Camonica) de la filature Francesco Turati de Milan. Ce fut à cette époque que notre industrie, désirant à maintenir ses positions d'avangarde, s'outilla rapidement pour la soudure au gaz à l'eau et put fournir de tuyaux soudés la presque totalité des installations italiennes.

Il faut inscrire dans cette période (en négligeant les moindres) les installations suivantes:

Chiomonte — de la Municipalité de Turin, situé dans la vallée Dora Riparia, avec deux conduites diamètre 1100 mm, longueur chacune 567 m, chute 324 m, puissance 20 000 CV.

Poglia – de la „Società Generale Elettrica dell' Adamello" de Milan, situé dans la vallée Camonica, avec deux conduites diamètre 1030/825 mm, longueur chacune 1095 m, chute 475 m, puissance 32 800 CV.

Grossotto – de l'„Azienda Elettrica Municipale" de Milan, situé dans la vallée Tellina, avec trois conduites diamètre 1500/1100 mm, longueur chacune 540 m, chute 324 m, puissance 36 960 CV.

Goglio – de la „Società Imprese Elettriche Conti" de Milan, situé dans la vallée Devero, avec deux conduites diamètre 1000/800 mm, longueur chacune 992 m, chute 525 m, puissance 25 000 CV.

Cairasca — de la „Società Imprese Elettriche Dinamo" de Milan, situé dans la vallée Divedro, avec deux conduites diamètre 1400/950 mm, longueur chacune 1004 m, chute 450 m, puissance 26 400 CV.

Robbiate — de la „Società Generale Edison di Elettricità" de Milan, situé dans la province de Como, avec six conduites, diamètre 2700 mm, longueur chacune 112 m, chute 37 m, puissance 41 400 CV, en outre une conduite pour les excitatrices.

Gaudarena — de la „Società Elettrica Riviera di Porente" de Gênes, situé dans la vallée Roja, avec une seule conduite diamètre 1645 mm, longueur 128 m, se branchant en trois conduites diamètre 950/750 mm, longueur chacune 1453 m, chute 724 m, puissance 57 500 CV.

Fadalto I. — de la „Società Forze Idrauliche del Veneto" de Venise, situé dans la province de Belluno, avec deux conduites diamètre 1800 mm, longueur chacune 187 ms, chute 106 m, puissance 21 900 CV.

Capo Volturno — de l'„Ente Autonomo Volturno" de Naples, situé dans la province de Campobasso, avec deux conduites diamètre 1600/1200 mm, longueur chacune 833 m, chute 192 m, puissance 24 850 CV.

Verampio — de la „Società Imprese Elettriche Conti" de Milan, situé dans la vallée Antigorio, avec deux conduites diamètre 1250/860 mm, longueur chacune 1591 m, chute 570 m, puissance 29 000 CV.

Accelio — de la „Società Forze Idrauliche della Maira" de Milan, situé dans la vallée Maira, avec deux conduites diamètre 1300/1000 mm, longueur chacune 671 m, chute 365 m, puissance 36 000 CV.

Valdo — de la „Società Imprese Elettriche Conti" de Milan, avec deux conduites diamètre 1100/750 mm, longueur chacune 1545 m, chute 766 m, puissance 33 000 CV, situé dans la vallée Formazza.

Fadalto II. — de la „Società Forze Idrauliche del Veneto" de Venise, situé dans la province de Belluno, avec deux conduites diamètre 2600 mm, longueur chacune 235 m, chute 110 m, puissance 48 000 CV.

Si la période des conduites forcées rivées fut la phase initiale d'étude et d'essai, la période des conduites soudées marqua l'affirmation de cette industrie, portant l'exploitation (qui avait atteint les chutes

maxima de 300 m) aux 400 et jusqu'aux 700 m; pour ce faire il fallut adopter des nouveaux systèmes de jonctions transversales et des nouveaux dispositifs pour les ancrages, que nous nous dispensons de décrire, étant bien connu des techniciens qui nous écoutent. Disons seulement que l'industrie italienne se mit en condition, dans cette période, de construire des tuyaux soudés de n'importe quel diamètre et épaisseur, et à ce dernier propos faut-il mentionner l'épaisseur de 50 mm de certains tuyaux des installations de Valdo et de Gauderena, épaisseur qui pourrait être même dépassée si l'adoption des tuyaux frettés n'en fît pas écarter la nécessité.

La Guerre des Nations, qui imposait à chaque pays belligérant un gaspillage énorme d'énergie, poussa à une plus intense exploitation des houillières les nations riches de ce précieux don de la nature et nous imposa un rythme accéleré dans la construction des installations hydro-électriques. Celà provoca une poussée vigoureuse à la mise en valeur de notre énergie hydraulique, dont les effets bienfaisants se fîrent sentir aussi par la suite.

En effet l'exploitation toujours plus intense des eaux imposa des moyens plus puissants et des modifications d'outillage, portant à un niveau toujours plus élevé la technique constructive des conduites forcées.

De cela découla: une plus forte intensification de travail, une amélioration grandissante dans la qualité des produits, la création auprès des ateliers, de Laboratoires sérieux, complets et riches d'appareils, l'adoption de ces cahiers des charges sur les conduites forcées, dont les prescriptions sont aujourd'hui universellement suivies.

Sur ce chemin la construction des conduites forcées en Italie atteignit en peu d'années un degré de perfectionnement tel qu'on peut la considérer aujourd'hui sans aucun doute au niveau même des industries analogues d'autres pays.

Telle a été la période des installations mentionnées précédemment, période que nous avons nommé des tuyaux soudés et qui s'étend jusque vers 1920, lorsque s'ouvrit la période des tuyaux frettés, qui dure encore.

La recherche des eaux encore exploitables, après l'intense captage précédent, se fait plus difficile, la demande d'énergie augmente, d'où centrales toujours plus puissantes. La transformation des réseaux des chemins-de-fer, de la traction à vapeur à la traction électrique, absorbe une quantité considérable de l'énergie disponible et pousse à la recherche des eaux à des cotes jamais rêvées auparavant et plutôt connues des alpinistes que des techniciens. On barre des fleuves entiers, voire des vallées, on cherche non seulement le volume d'eau mais aussi la chute formidable, pour laquelle les conduites soudées autant que les rivées ne suffisent plus. On soumet à révision les projets d'exploitation de quelques groupes construits avec des principes limités et surpassés, on supprime les vieilles petites centrales en les substituant par une seule équivalente.

Nous allons mentionner, en négligeant toujours les moindres, quelques installations des plus puissantes de cette période, choisies parmi celles construites en Italie par la firme bien connue „Tubitogni“ de Brescia, qui fut toujours parmi les plus renommées depuis sa fondation et qui est peut être considérée aujourd'hui égale aux plus puissantes organisations de son genre dans le monde industriel. La liste qui suit en dira plus que tous les discours sur le développement de l'industrie des conduites forcées en Italie:

Temù — de la „Società Generale Elettrica dell' Adamello“ de Milan, situé dans la vallée Camonica, avec une conduite diamètre 1800/780 mm, et une conduite diamètre 1950/900 mm, longueur chacune 1850 m, chute 778 m, puissance 48 000 CV.

Rochemolles — des Chemins de Fer de l'Etat, situé dans la vallée Dora Riparia, avec deux conduites diamètre 2500/750 mm, longueur chacune 2091 m, chute 652 m, puissance 27 800 CV.

Venina — de la „Società Acciaierie & Ferriere Lombarde“ de Milan, situé dans la vallée Tellina, avec deux conduites diamètre 900/600 mm, et deux conduites diamètre 1050/850 mm, longueur chacune 1853 m, chute 720 m, puissance 75 000 CV.

Carona — de la „Società Forze Idrauliche dell' Alto Brembo“ de Milan, situé dans la vallée Brembana, avec une conduite diamètre 1800 mm; longueur 621 m, se branchant en deux conduites diamètre 1000/800 mm, longueur chacune 790 m, chute 612 m, puissance 30 000 CV.

Barbellino — de la „Società Idroelettrica del Barbellino“ de Milan, situé dans la vallée Seriana, avec une conduite diamètre 1300/510 mm et une conduite diamètre 1300/1000 mm, longueur chacune 2100 m, chute 936 m, puissance 61 000 CV.

Crevola — de la „Società Imprese Elettriche Conti“ de Milan, situé dans la vallée Antigorio, avec une conduite diamètre 1700 mm, longueur chacune 650 m, chute 202 m, puissance 40 200 CV.

Farneta — du „Consorzio Emiliano di Bonifica“ de Parme, situé dans la province de Modena, avec une conduite diamètre 1700 mm, longueur 652 m, se branchant en deux conduites diamètre 1300 mm, longueur chacune 1194 m, chute 326 m, puissance 26 100 CV.

Campliccioli — de la „Società Generale Edison di Elettricità“ de Milan, situé dans la vallée Antrona, avec une conduite diamètre 1500/1000 mm, longueur 1600 m, chute 570 m, puissance 22 000 CV.

Viola Fraele — de la „Azienda Elettrica Municipale“ de Milan, situé dans la vallée Didentro, avec une conduite diamètre 1800 mm, longueur 1020 m, se branchant en trois conduites diamètre 1050/900 mm, longueur chacune 798 m, chute 522 m, puissance 52 000 CV.

Mallero — de la „Società Lombarda per distribuzione di Energia Elettrica“ de Milan, situé dans la vallée Malenco, avec trois conduites diamètre 1100/800 mm, longueur chacune 865 m, chute 495 m, puissance 48 000 CV.

Cadarese — de la „Società Imprese Elettriche Conti" de Milan, situé dans la vallée Antigorio, avec deux conduites diamètre 1400/1300 mm, longueur chacune 880 m, chute 470 m, puissance 56 000 CV.

San Bernardo — de la „Società Elettrica Interregionale Cisalpina" de Milan, situé dans la vallée San Giacomo, avec une conduite diamètre 1250/928 mm, longueur 1814 m, chute 1038 m, puissance 42 000 CV.

Orco — de la Municipalité de Turin, situé dans la vallée de l'Orco, avec deux conduites diamètre 1450/1065 mm, longueur chacune 1835 m, chute 812 m, puissance 73 000 CV.

Sonico — de la „Società Generale Elettrica dell' Adamello" de Milan, situé dans la vallée Camonica, avec deux conduites diamètres 1650/1300 mm, longueur chacune 862 m, chute 438 m, puissance 70 000 CV.

Ampollino — de la „Società Forze Idrauliche della Sila" de Naples, situé dans la province de Catanzaro, avec une conduite diamètre 2400/1230 mm, longueur 1000 m, chute 472 m, puissance 35 000 CV.

Cogolo — de la „Società Generale Elettrica Tridentina" de Milan, situé dans la vallée du Noce, avec une conduite diamètre 1210/900 mm, longueur 1550 m, chute 766 m, puissance 22 500 CV.

Anza — de la „Società Elettrica alto Adige" de Milan, situé dans la vallée Anzasca, avec une conduite diamètre 1800 mm, longueur 420 m, chute 223 m, puissance 25 000 CV.

Mezzocorona — de la „Società Generale Elettrica Tridentina" de Milan, situé dans la vallée du Noce, avec deux conduites diamètre 2600 mm, longueur chacune 187 m, chute 123 m, puissance 80 000 CV.

Nous allons terminer ce court aperçu en citant le colosse du jour: la centrale de Cardano de la „Società Idroelettrica dell' Isarco" de Milan. Cette installation se trouve dans la partie haute du bassin de l'Adige au nord de Bolzano. En plus de la conduite de vidange, qui part avec un diamètre d'environ 4 m, et d'une conduite pour l'énergie nécessaire à la traction sur la ligne du Brenner, construite cette dernière en tole rivée avec diamètre de 2000 mm, la centrale est alimentée par cinq conduites, partie rivées et partie frettées, à diamètre variable de 2800 à 2500 mm, et ayant la longueur d'environ 330 m chacune, qui déversent dans les turbines toute l'eau de la rivière Isarco, avec une chute de 161 m, correspondant à une puissance totale d'environ 250 000 CV. Il est à remarquer que l'industrie italienne a produit, pour cette installation et pour la première fois au monde, des tuyaux frettés de 2500 mm de diamètre, ce qui représente certainement un résultat considérable.

Il faut rappeler que dans ces dernières années on procéda en Italie à l'aménagement de conduites forcées en tunnel, constituées de tuyaux de revêtement en tôle soudée, lisses ou renforcés; il est à peine besoin de dire que l'industrie nationale s'outilla rapidement pour la construction

de ce genre de tuyaux. Parmi ces dernières installations nous mentionnons celles de Marlengo, Pallanzeno, Rovesca, Mese.

Il ne faut pas oublier enfin que l'industrie italienne ne laissa pas inexploré — soit au point de vue étude, que réalisation — le champ des appareils de commande et sûreté relatifs aux conduites forcées, dont la presque totalité des installations en Italie est fournie, depuis les barrages jusqu'aux tuyaux distributeurs. Dans cette branche également un long chemin a été parcouru depuis les appareils primitifs installés dans les premières années de notre siècle à ceux employés aujourd'hui, atteignant dans certains cas les 3 m environ de diamètre et supportant des pressions statiques supérieures aux 1000 m.

Nous croyons pouvoir affirmer, sans fausse modestie, que l'Italie a bien travaillé dans le domaine des conduites forcées et qu'elle ne se démentira pas dans le proche avenir, dans cette époque où, sous l'égide de la millénaire dynastie de Savoie, aimée et vénérée par son peuple, et sous la volonté d'acier de son "Duce", tout le peuple italien évoque les gloires de son lointain passé, du génie latin, pour en tirer la raison et la force de vouloir fermément que son histoire continue digne de ce passé, qui inonda le monde de lumière.

Zusammenfassung

Italien besaß bereits in den ältesten Zeiten der Größe Roms die ersten Druckleitungen, die zur Verteilung des Wassers der Aquaducte an die Wasserleitungen, die Bäder, die Springbrunnen usw. oder schließlich zu industriellen Zwecken dienten. Die Röhren oder „fistulae", aus denen die Druckleitungen zusammengesetzt waren, bestanden gewöhnlich aus Blei. Es wird eine ungefähre Beschreibung ihrer Bauweise gegeben. Es wird an die ersten Gußeisenröhren erinnert, welche etwa gegen Ende des sechzehnten Jahrhunderts aufkamen, um dann auf den Zeitabschnitt der ersten hydroelektrischen Anlagen in Italien überzugehen, die etwa gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts errichtet wurden. Von den ersten Anlagen kommt man dann zum jetzigen Stand der Hochdruckleitungen, welche in drei Zeitabschnitte eingeteilt sind, nämlich die Zeit der genieteten Metallrohre, diejenige der geschweißten Rohrleitungen und die augenblickliche der bandagierten Rohrleitungen. Für jede der drei Zeitabschnitte werden Angaben über die hauptsächlichsten in Italien ausgeführten Anlagen bis zur Anlage in Cardano gemacht, welche besonders bemerkenswert wegen ihrer Kraftentwicklung von 250 000 PS sowie wegen der dabei verwendeten, bandagierten Rohre mit einem Durchmesser von 2500 mm ist, da diese Bauweise in keinem andern Teil der Welt weder versucht noch ausgeführt wurde.

Zum Schluß werden noch die mit Blech ausgekleideten Tunnel, sowie die Betriebs- und Sicherheitsanordnungen für die Druckleitungen erwähnt.

Portugal

Les industries hydro-électriques au Portugal

Comité portugais

J. A. Lopes Galvão

I. La valeur des approvisionnements hydro-électriques au Portugal

Le Portugal, plus encore qu'aucun autre pays, doit être reconnaissant au physicien *Gramme*, à la suite de son invention. C'est grâce à lui que nous pouvons affirmer que le Portugal dispose d'énergie plus que suffisante pour ses besoins actuels et futurs.

Supposons ces besoins et voyons le bien fondé de l'affirmation.

Le Portugal a un certain nombre d'industries et aspire à en avoir encore d'autres, quoiqu'il ne soit pas à proprement dire un pays industriel. Et ce n'est pas un pays industriel, non pas parce qu'il lui manque la main d'oeuvre, qu'il a, au contraire, en excès et de la meilleure qu'il y ait, comme on l'a constaté depuis longtemps en Amérique et en France; non pas parce qu'il ne peut pas avoir de la matière première, qui pourrait être importée en abondance et dans de bonnes conditions de son vaste empire colonial; non pas parce qu'il lui manque des marchés qui lui seraient amplement assurés par les colonies elles-mêmes.

Les Portugais sont les premiers à faire tout ce qui promet aventure, ils sont souvent les derniers à réaliser une oeuvre qui leur soit profitable.

On trouve dans nos statistiques que nos activités industrielles absorbent annuellement près de 160.000 CV éparpillés dans 48.272 établissements.

Comment se distribue, cette très modeste puissance, parmi les principales branches d'activité?

Comme suit:

Industries	agricoles	11.228	CV
,,	céramiques	6.847	,,
,,	alimentaires	33.956	,,
,,	textiles	10.990	,,
,,	du bois et des meubles	9.134	,,
,,	de l'électricité	48.261	,,
,,	des transports terrestres	12.032	,,
,,	diverses	27.037	,,
	Total	159.485	CV

Les transports maritimes ne sont pas inclus dans la statistique ci-dessus et ils doivent absorber plus de 100.000 CV.

Ces chiffres, doivent être, somme toute, bien au deçà de la réalité.

Les installations thermo-électriques qui y figurent comme étant de 48.261 CV, sont réellement représentées, d'après une statistique faite dernièrement à l'Administration Générale des Services Hydrauliques, par 150.000 CV installés, ce qui correspond à, peut-être, 100.000 CV effectifs.

Quoique nous considérons les données des statistiques officielles comme insuffissantes, nous pourrions facilement conclure que notre activité industrielle est insignifiante.

Voyons maintenant les sources d'énergie que nous possédons pour faire face à cette consommation annuelle.

Notre sol renferme des gisements miniers de charbon qui, bien exploités, suffiraient pendant longtemps, à nos besoins actuels. Mais, ne nous trompons pas: cette source d'énergie, quoiqu'appréciable, assurera difficilement un avenir de progrès à nos activités industrielles. Et, en vivant aux dépens des importations de charbon de Cardiff, comme celà se fait actuellement, elles ne pourront pas progresser.

Heureusement que ce qui nous manque en réserves de charbon nous l'avons en surabondance en réserves hydro-électriques.

Notre pays, ayant une grande partie de son territoire accidentée et montagneuse, est dans les conditions voulues pour être un pays avec beaucoup de chutes d'eau.

Le volume de pluie qui tombe annuellement est élevé. Les statistiques de 1863—1910, soit, d'une longue période de 48 ans, permettent de fixer la moyenne anuelle de pluie tombée à 882,3 mm, soit un peu moins de 1 m.

Mr. *John Murray* estime que la quantité d'eau qui tombe annuellement dans le monde entier le couvrirait d'une couche liquide de 970 mm de hauteur. Nos 882,3 mm sont donc près de la moyenne.

Mais, dans un petit pays comme le notre, les bassins hydrauliques sont nécessairement petits, la quantité d'eau peu volumineuse et l'énergie qu'on peut y obtenir ne peut, conséquemment, pas être grande.

Du reste, le relief, quoique prononcé, n'est pas éxagéré. On n'enregistre pas dans le pays des „inégalités" ressemblant à celles des Alpes, des Apennins ou même des Pyrénées.

La plus grande altitude dont la nature nous ait douée est de 1891 m auxquels s'est ajoutée la fameuse pyramide de 9 m pour que nous soyons à même d'enregistrer la côte de 2000 m. Cette altitude s'enregistre dans un seul pic de la „Serra da Estrêla". (Montagne de l'Etoile.)

Nous ne sommes pas un pays à glaciers ou à neiges perpétuelles.

La „Serra da Estrêla", qui, normalement, se couvre de neige pendant l'hiver, arrive à avoir ses accumulations fondues à la fin du printemps.

Dans certains endroits seulement, on trouvera, par exemple, des résidus de neige en été.

Ce sont les glaciers et les neiges perpétuelles qui normalisent les cours des fleuves qui descendent des grandes montagnes d'Europe centrale.

Elles sont, pour celà, la cause déterminante d'une quantité d'eau minimum volumineuse.

Au Portugal il n'y a rien de tout ça. Le climat est doux et bénin, le soleil nous caresse toute l'année, quasi sans interruption, et l'eau qui maintient les ruisseaux, est de l'eau du sous-sol. La pluie tombe en moyenne pendant 6 mois contre 6 autres de sécheresse complète.

Une grande partie de l'eau qui tombe s'écoule, immédiatement, produisant les torrents sur les versants et les innondations dans les vallées, qui nous occasionnent tant de dégâts. Une partie seulement s'infiltre.

C'est pour cela que, tandis que dans de grands fleuves, tels que le Rhin ou le Rhône, le rapport entre le débit maximum et le débit minimum varie dans de petites limites, chez nous, il arrive à varier dans la proportion de 1 à 594, comme dans le Rabagão, et de 1 à 1.200, comme dans le Douro et le Tage. Nos fleuves, grands ou petits, sont tous des fleuves torrentiels.

Une circonstance défavorable pour nous est le manque de boisement sur presque tous les versants de notre pays.

Il est vrai qu'on travaille aujourd'hui avec une certaine activité et avec bonne volonté au reboisement du pays. Mais, les travaux se poursuivent si lentement, par manque de fonds, qu'il n'est pas facile de prévoir quand on pourra compter sur un boisement continu. Pour le moment, on peut compter les domaines de boisement contenu. Ce sont les forêts et les arbres qui, avec leurs racines, contribuent le plus à l'infiltration des eaux, lesquelles en s'écoulant plus tard à la superficie des terrains, engendrent les sources qui alimentent et donnent du volume aux fleuves.

La configuration du pays, constituée par un biais au bord de la mer, est encore une autre cause de l'absence de grands cours d'eau chez nous.

Les fleuves avec un courant d'eau plus volumineux nous viennent d'Espagne. Delà arrivent le Tage et le Douro; le Minho et le Guadiana. Les autres: le Lima, le Ave, le Vouga, le Mondego, le Sorraia, le Ponsul, et tant d'autres, qu'il serait oiseux d'énumérer ici, ont des débits insignifiants.

Ce n'est qu'avec de grands barrages qu'ils peuvent engendrer des chutes d'une certaine valeur. Il ne serait pas à propos d'amonceler des chiffres pour se rendre compte de l'action de la pluie dans les bassins; de l'eau qui s'infiltre dans les terrains; celle qui s'écoule torrentiellement, ou, encore, celle qui s'évapore.

Mais, pour citer un chiffre seulement, nous dirons que, dans le bassin du Zézere, d'une superficie de 5.250 km^2, il tombe annuellement 6.825 millions de m^3 de pluie; et le fleuve qui, en hiver, écoule une telle masse d'eau, est en été presque sec.

Seulement, si nous faisons dans ce fleuve deux barrages de 80 à 90 m de hauteur, nous pourrions avoir un réservoir de 580 millions de m^3, en retenant une grande partie de la pluie qui tombe dans le bassin;

et nous pouvons assurer un débit permanent minimum de 10 m³ et une puissance d'environ 150 000 CV.

Le Douro arrive à avoir à Barca d'Alva, au moment des grandes pluies, le débit de 15 à 20 000 m³. Et lorsqu'il y a minimum d'eau, il n'atteint que 10 à 12 m³ par seconde!

Le Tage, à l'entrée du Ródão, arrive à débiter, à certains moments de l'année, plus de 2000 m³, et en été il donne un volume bien en dessous de celui du Douro.

II. Principales chutes d'eau

Leur distribution à travers le pays

L'énergie du Douro et des autres fleuves du Nord

La plus grande source d'énergie hydro-électrique sur laquelle le Portugal puisse mettre la main, est celle du Douro, dans la partie internationale, mais seulement après que le fleuve aura été régularisé, en territoire espagnol.

La différence de niveau de Paradela, dans l'extrémité Nord du tronçon international, à Barca de Alva, à l'endroit où le fleuve devient portugais, est de 417 m dans un parcours de 100 km; ainsi, pour chaque mètre cube d'eau, par seconde, qui coule dans ce parcours-là, nous pourrons avoir une énergie d'approximativement 4000 CV. Mais le fleuve, au moment où les pluies cessent, n'a pas un débit de plus de 10 à 12 m³ à cet endroit là; c'est pourquoi, le montant d'énergie utilisable, dans les conditions actuelles, ne vaut même pas le bruit qu'on fait autour de la question.

Et il faut encore remarquer que la moitié de cette énergie revient de droit à l'Espagne, comme voisine.

Le fleuve Douro, sans être régularisé, ne pourrait pas nous donner, à l'époque des basses eaux, plus de 20 000 CV. Et ceci entre les rochers escarpés, inhospitaliers, où la vie serait un fléau.

Si nous prenions en considération que le tronçon international est à une distance du centre de consommation le plus proche, c'est à dire, Porto, de près de 200 km; et si nous tenons compte que les lignes de transmission d'énergie sont assez coûteuses, on arrivera facilement à la conclusion que ce que la nature nous a accordé là n'est pas pour nous enthousiasmer.

Il ne faut, cependant, pas en conclure que la nature a été réellement avare pour les Portugais. Parce qu'il est vrai qu'en Espagne on peut faire de grands barrages. Il suffit de mentionner les réservoirs de Ricobais et Vilar de Egua, déjà étudiés et projetés, qui comportent, chacun, des millions de mètres cubes.

Ainsi, la simple régularisation du Douro et du Esla, avec des réservoirs (appelés en Espagne „embalses"), augmente aussitôt le courant minimum du Douro, de 10 m par seconde à 131,6! C'est à dire, le potentiel minimum se multiplie par 13; et notre part d'énergie qui serait d'à peine 20.000 CV, atteint, du coup, 260 000 CV.

Dans ces conditions, avec un volume d'eau régularisé, d'après le minimum qu'on signale, et qui nous a été garanti par les négociations de 1927, le Portugal peut déjà penser à son utilisation.

Le marché naturellement indiqué pour cette énergie est celui du Nord.

Si nous voulions l'utiliser à Lisbonne, nous aurions à faire la transmission à plus de 500 km de distance.

Et la transmission à une aussi grande distance devient très coûteuse. Sans compter que, dans de grands parcours, il y a des pertes importantes dans le transport.

Mais le marché du Nord est encore très petit. Les chemins de fer tels que le Minho et Douro, avec leurs ramifications, ou encore ceux d'intérêt sécondaire, tels que ceux de Póvoa, de Guimarães, du Vale do Corgo, etc., n'auront pas, pendant longtemps encore, le trafic qui justifie leur électrification.

Et les industries du Nord n'absorbent, maintenant, d'après les statistiques officielles, même pas 20 000 CV!

L'énergie qu'on prétend capter dans le Douro international suffira pour tous les besoins du pays, y inclus les transports par chemins de fer, comme nous avons vu, et permettrait encore d'éclairer tous les grands centres du pays. A cause de cela, pour utiliser le Douro international, il est nécessaire de créer de la consommation pour son énergie. Et ce ne sera pas difficile de la créer, étant donné qu'il y a dans le Nord même beaucoup de possibilités industrielles et minières.

Mais ce n'est pas seulement dans la partie internationale que le Douro nous présente de grandes quantités d'énergie utilisable.

Depuis l'embouchure jusqu'à Barca de Alva, la différence de niveau est aux environs de 120 m et le cours d'eau, régularisé par les travaux en Espagne, nous permet d'affirmer que le Douro national peut nous donner en plus 150 000 CV de potentiel minimum!

Il y a déjà un projet d'utilisation à réaliser à Bitetos en amont de l'embouchure du Paiva, avec une puissance installée supputée à 100 000 CV. Le Douro régularisé est donc, pour le Portugal, une source d'énergie formidable.

Les affluents: le Tua, le Sabor, le Corgo et le Tâmega, de la rive gauche; le Águeda, le Coa, de Varosa et le Paiva, de la rive droite, tous ces fleuves sont des sources énormes d'énergie.

Le Paiva, étudié déjà dans une de ses utilisations possibles, nous offre, à lui seul, 70 000 chevaux; le fleuve Coa, nous en donne autant.

Enfin: le Douro et ses affluents, aux endroits déjà reconnus, nous garantit un potentiel qui approche, lorsqu'il sera intégralement réalisé, un million de chevaux.

La Cávado et le Rabagão peuvent nous fournir 100 000 CV.

Le Lima et le Ave ont déjà 30 000 CV installés. Et autant l'un que l'autre peuvent encore fournir beaucoup plus que ça, dans de nouvelles utilisations.

Comme nous le verrons, par les considérations qui seront faites sur les puissances utilisables dans d'autres bassins hydrographiques, le

bassin du Douro est la source d'énergie la plus puissante que nous avons. Le résumé des puissances que nous avons signalées nous mène à un million de chevaux.

Et le Douro avec les autres fleuves du Nord, le Lima, le Cávado, le Ave, etc., peuvent nous offrir, en cas de besoin, plus de 1 500 000 CV.

Et, comme pour les exigences actuelles nous n'avons besoin que de deux cent mille, on peut voir combien grandes sont nos réserves d'énergie hydro-électrique.

Chutes du Cávado et du Rabagão

Parmi toutes les chutes d'une certaine importance que le Nord peut nous offrir, se détachent, par leurs conditions exceptionnelles, celles du Cávado et du Rabagão.

Les utilisations déjà étudiées, permettent d'installer dans ces fleuves plus de 100 000 CV, dont 72 000 dans la Cávado supérieur, avec le concours des eaux du Rabagão et du Borralha; 25 000 CV dans la Cávado moyen et 16 000 dans la Cávado inférieur.

La chute du Cávado supérieur sera utilisée dans une centrale, à Vila Nova et elle peut être divisée en deux sections de 36 000 CV chacune la première avec les eaux du haut Cávado et la seconde avec celles du Rabagão et du Borralha, toutes amenées à la même centrale.

La hauteur des chutes est de 400 m.

Dans l'utilisation du Cávado moyen, la chute est bien plus petite, car elle ne dépasse pas 150 m, mais le volume d'eau est déjà plus grand à la suite de la régularisation de la première utilisation, et la puissance obtenue s'élève à 25 000 CV. La centrale est projetée à Fornelos. L'utilisation inférieure aura la centrale à Amares et permet d'installer 16 000 CV.

Les possibilités actuelles de l'industrie du Nord se satisfont aisément avec 40 000 CV. Il suffit, donc, de réaliser la première section du Cávado supérieur pour avoir de l'énergie qui suffise aux besoins actuels. Et, au fur et à mesure que la région se développe, on peut réaliser, successivement, les autres utilisations échelonnées, de façon qu'elles s'accomodent parfaitement au développement que l'industrie puisse prendre. Cette utilisation a également l'énorme avantage de pouvoir se passer de la centrale thermique régularisatrice. Ainsi, et étant donné la petite distance à laquelle elle se trouve du marché consommateur principal, Porto, l'énergie peut être exploitée là à un prix très inférieur à n'importe quelle autre utilisation électrique, que ce soit thermique, que ce soit hydraulique. Mr. Paul Brand a étudié le prix de revient à Porto de l'énergie obtenue dans ces installations en comparaison du coût de l'énergie transportée au même endroit du Douro international, le résultat de ces études fait partie d'un mémoire fort intéressant et selon lequel le prix de premier établissement d'une installation de 40,000 CV au Douro international serait de beaucoup supérieur à celui d'une installation de même puissance au Cavado-Rabagão.

La différence serait de 4.260.000 francs suisses, soit, au taux actuel, près de Esc. 15.000.000.

Les chutes du Cávado-Rabagão sont à une distance de 90 à 100 km de Porto, tandis que celles du Douro international sont à 260 km. Dans le premier cas, la ligne de transport, d'après l'estimative faite, revient à 1 450 000 francs suisses; dans le second cas, à 5 150 000.

Si on ajoute à la grande différence de prix de revient de la ligne l'augmentation de prix pour les transformateurs, pour les élevateurs à la centrale et pour les réducteurs aux endroits de consommation, on arrive à la différence signalée.

Le décret de concession des chutes de Cávado-Rabagão ordonnait que l'Etat interviendrait dans l'entreprise avec 20 % du capital. Et comme pour réaliser la première étape on comptait avec £ 1 000 000 de dépenses, le Gouvernement aurait à entrer avec une somme de £ 200 000.

Cet arrangement n'a pas réussi.

L'énergie du Tage et des fleuves du centre

En passant au bassin du Tage, notre seconde grande rivière en volume d'eau et la plus longue, car elle mesure 900 km, nous trouvons comme source notable d'énergie à utiliser *les rapides du Ródão*.

La distance du Ródão à Lisbonne est à peu près de 200 km et c'est pourquoi le transport d'énergie se ferait dans des conditions bien meilleures que celles du Douro national et international.

Quelle énergie peut-on utiliser au Ródão ?

25 000 CV, tout au plus, pendant 8 mois; bien moins les mois restants.

Et combien faudrait-il dépenser pour capter cette énergie ?

Au moins £ 1 200 000. Le terrain pour la construction d'un barrage se présente très difficilement.

On voit, de suite, que l'affaire du Ródão n'est pas, sûrement, une grande affaire.

Aux techniciens, ces chiffres ne paraîtront pas surprenants, sachant qu'on ne peut pas créer là une grande chute et que le débit moyen ne dépasse pas 250 m³ par seconde.

Le Tage international parait plus intéressant pour des utilisations hydrauliques.

De l'embouchure du Sever à celle du Erges, qui marque la limite extrême de la partie montante du tronçon international, il y a une différence de niveau de 52 m. Il y a donc ici, théoriquement, une utilisation possible plus importante que celle du Ródão.

Plus importante que celle du Ródão est également l'utilisation qu'on peut faire du Tage en combinaison avec son affluent Pampilhosa.

Une concession, demandée à cet endroit, signale comme puissance 100 000 CV à installer.

Une autre demande présentée également pour des utilisations dans le Tage et son affluent Ocresa, avec des centrales à Rodão et à Tavila, donne une puissance de 120 000 CV à installer.

Les affluents du Tage, tels que ceux du Douro, peuvent être également des sources importantes d'énergie; c'est remarquable ce qu'on a déjà fait au petit fleuve Nisa et très important ce qu'on se propose de faire au Zézere.

Le problème du Zézere

Le problème de l'utilisation du fleuve Zézere est, en peu de mots, le suivant:

On a projeté sur ce fleuve 4 centrales, à savoir: celle du Cabril, celle de Vila Gaia, celle de Castelo de Bode et celle de Constância.

L'énergie de toutes ces centrales, additionnée, permet d'obtenir une puissance de 140 000 CV, dont 35 000 à Cabril, 25 000 à Vila Gaia, 76 000 à Castelo de Bode et 4 200 à Constância.

Mais, pour obtenir ce résultat, des réservoirs énormes deviennent nécessaires.

Le barrage de Castelo de Bode, avec 80 m de hauteur, doit emmagasiner 400 000 000 de m³ d'eau.

Et le Cabril emmagasinera 180 millions!

Que faut-il dépenser pour capter une pareille source d'énergie?

A peu près $ 2 000 000.

S'il en est ainsi, le problème du Zézere est bien plus important que celui du Ródão.

D'un autre côté, le Zézere se trouve dans une situation magnifique. A peine à 120 km de Lisbonne, centre principal consommateur du pays; à coté du réseau de chemins de fer qui, le premier, pourra être électrifié; dominant une vaste et fertile vallée de plusieurs milliers d'hectares, où l'emploi de l'énergie peut être aussi utile, les utilisations du Zézere ont, depuis le commencement, une grande consommation assurée, ce qui est essentiel à une entreprise d'une aussi grande envergure.

En résumé: Le Tage avec ses affluents, d'après les enregistrements faits, peut facilement nous fournir 700 000 CV, desquels, il est triste de le dire, il y en a seulement 1000 utilisés.

L'énergie du Guadiana et de ses affluents

Le fleuve Guadiana est notre troisième fleuve, avec un parcours total de 640 km, pareil à celui du Douro, mais avec un débit plus petit.

Jusqu'à présent, on n'a enregistré que trois demandes de concession sur ce fleuve: celles de Barbosa, en aval de la confluence du Dejebe; celle de Quintas et celle de Pulo de Lobo.

Ces utilisations additionnées, fourniront 60 000 CV.

Dans le fleuve Dejebe il y a une possibilité, enregistrée déjà, de 17 000 CV.

Il y aurait d'autres affluents à considérer et dans ceux-ci il y a certainement d'autres utilisations, mais on comprend qu'elles soient de moindre importance.

Le Sud du pays, du fait qu'il est moins accidenté, offre moins d'intérêt, au point de vue hydro-électrique. Mais, aussi bien l'Alentejo que l'Algarve ont des ressources abondantes d'énergie pour tous les besoins existants et ceux qui viendraient à être créés.

L'énergie du Sado

Le projet d'un barrage dans le fleuve Sado, entre la pente escarpée du Cavacos et la rive de la Cascalheira, dans le but d'irriguer le terrain en aval, permet de capter, avec les excédents d'eau, 9000 CV, d'après un plan présenté il y a quelque temps au Gouvernement. Le barrage projeté a, dans la première phase, 43 m d'hauteur. Mais, comme son objectif est de créer un grand réservoir d'eau pour irriguer annuellement plus de 45 000 hectares de terrain aux bords du fleuve, l'utilisation hydro-électrique étant à peine subsidiaire, on comprend qu'on utilise seulement un minimum d'énergie sur l'énorme potentiel qu'on pourrait trouver là.

En effet, la digue, avec 43 m, permet d'emmagasiner 300 000 000 de m³. Et, si la côte définitive était élevée à 57 m, la réserve d'eau passera à 1 300 millions de m³, fournissant de l'eau pour irriguer toute la vallée en aval de la pente escarpée du Cavacos, y compris les communes de Grândola, S. Tiago de Cacem, Ferreira, Viana do Alentejo, Alcácer do Sal et Setúbal, et encore une partie du bassin du Tage, dans la partie des terrains de Barreiro, Aldeia Galega et Alcochete. En plus de ça, il est possible d'obtenir encore 30 000 CV de puissance.

Si l'objectif principal d'utilisation était l'énergie hydro-électrique, l'utilisation de la pente escarpée de Cavacos pourrait être classée parmi les utilisations importantes du Portugal.

La pluie tombe moins abondamment dans le Sud que dans le reste du pays. Ici, on n'enregistre pas plus de 586 mm, dans une moyenne de 40 ans. Malgré cela, le bassin est si vaste qu'il peut recevoir près de deux mille millions de m³.

En parlant de l'utilisation de la vallée du Sado, on doit encore mettre en relief les bénéfices énormes qui pourraient résulter de cet ouvrage pour toute la région baignée par le fleuve.

Ce n'est pas seulement les 100 000 hectares à irriguer qui augmenteraient la richesse et le bien-être, en doublant la production des champs. Avec les barrages de la pente escarpée de Cavacos, on pourrait approvisionner de l'eau potable tous les nombreux endroits habités qui se trouvent plus bas et on arrive à éclairer presque tout l'Alentejo, y inclus Evora, Beja, etc., et on pourrait rendre le fleuve navigable sur des centaines de kilomètres. L'éxécution de cette utilisation représenterait le bien-être et le bonheur de centaines de milliers de gens, qui sont affligés aujourd'hui par l'excès d'eau à certains endroits, qui

sont les plus malsains du pays et où la malaria est endémique; et le manque d'eau à d'autres endroits, qui donne à la grande partie de la région un aspect aride et de pauvreté, qui serait changé comme par enchantement par l'ouvrage hydraulique projeté.

Bénis soient les millions d'escudos que l'Etat, ou toute autre entreprise particulière, vienne à employer dans la réalisation de cet ouvrage, dont la portée énonomique, et même sociale, peut être facilement entrevue par les brèves considérations précédentes.

La valeur du massif de la "Serra da Estrêla"

La "Serra da Estrêla" (Montagne de l'Etoile) étant le massif de plus grand relief de tout le Portugal, on conçoit que ce soit là qu'existent le plus grand nombre de possibilités d'une réalisation plus facile.

Il est vrai que l'on ne pourra pas obtenir de cette montagne des grandes quantités d'eau, mais, en compensation, c'est là que l'on trouvera les plus grandes chutes, quelques unes de plusieurs centaines de mètres.

De ce massif se détachent les fleuves: Mondego, Zézere, Alva, Ceira et tant d'autres cours d'eau qui, comme le Loriga, offrent des problèmes intéressants, par suite du capital qui serait nécessaire pour les résoudre.

On n'a pas encore étudié, comme il le faut, les possibilités de ce massif, quoiqu'on ait donné dans ce même massif commencement aux utilisations hydro-électriques de notre pays, menées par cet homme d'action qui s'appelait *Rodrigues Nogueira,* dont j'évoque la mémoire avec regret, car c'est lui l'initiateur de l'utilisation des chutes d'eau dans notre pays, et c'est lui qui mit en évidence le grand parti qu'on saurait en tirer.

Pour le fleuve Mondego seulement on a déjà pétitionné cent et huit mille chevaux, dont 1225 ont été accordés et 6345 installés.

Pour le fleuve Alva, il y a une demande pour 12 000 CV; dans la rivière du Loriga, une de 4000 CV. Mais, nous le répétons: le massif de la montagne de l'Etoile (Serra da Estrêla) et de ses contreforts pourra fournir un excédent d'énergie après avoir satisfait à tous les besoins qui existent, ou qui viendront à être créés, dans ses environs.

Valeur du potentiel demandé jusqu'à ce jour, ou simplement reconnu

Le nombre total de demandes dans tout le pays, enregistrées jusqu'à ce jour aux services hydrauliques, est aux environs de 380; et le potentiel total reconnu est déjà bien supérieur à 1 500 000 CV.

Un grand nombre de concessions ont été abandonnées ou annulées, quelques unes même d'une certaine importance. Le nombre total de demandes abandonnées est d'environ 217, mais il y en a 163 valables, soit, à peu près 40 % de la totalité des demandes faites jusqu'à ce jour.

La consommation d'énergie qui était demandée, se distribue entre les différents bassins hydrauliques du pays, comme suit:

Bassin du fleuve Minho	1 680	CV
,, ,, ,, Lima	38 400	,,
,, ,, ,, Cávado	114 400	,,
,, ,, ,, Ave	21 270	,,
,, ,, ,, Leça	960	,,
Douro national et ses affluents	444 105	,,
Bassin du fleuve Vouga	15 305	,,
,, ,, ,, Mondego	116 954	,,
,, ,, ,, Liz	55	,,
,, ,, ,, Tage	425 424	,,
,, ,, ,, Guadiana	79 025	,,
Iles des Açores	6 094	,,
Iles de Madère	1 500	,,
	1 265 172	CV

Un simple coup d'oeil sur ces chiffres montre bien combien le Nord du pays a de la prépondérance sur le Sud. Et encore, on n'y a pas compris le potentiel du Douro international, qui ne sera pas inférieur à 260 000 CV, ce qui porte le potentiel reconnu à plus de 1 500 000 CV.

Le rôle que les utilisations hydrauliques peuvent jouer dans L'économie du pays

Le calcul ainsi fait, quoique superficiellement, de l'énergie que les chutes d'eau peuvent nous fournir, voyons les avantages que nous pouvons en tirer.

Le Portugal importe aujourd'hui près de 1 million de tonnes de charbon qui lui coûte, à peu près, £ 1 500 000. Pour des huiles lourdes, de l'essence et du pétrole, dont la plus grande partie est employée dans la production de force motrice, il dépense £ 600 000.

Ceci nous donne un drainage d'or allant au delà de deux millions de livres.

Comment le charbon est-il utilisé ?

Une partie d'environ deux cent cinquante mille tonnes est utilisée dans la navigation nationale et étrangère. C'est, par conséquent, pour le moment, une consommation inévitable et à peine remplaçable, en partie, par des charbons nationaux.

Mais les 750 000 tonnes restantes qui nous causent une dépense d'un million de livres, peuvent et doivent être remplacées!

Je sais bien que nous ne pourrons pas électrifier, d'un moment à l'autre, tous nos chemins de fer, ce qui n'est même pas à recommander. Mais dans ceux où l'énergie électrique ne saurait pas être employée, on utiliserait du charbon national.

L'existence de gisements de charbon et de chutes d'eau en aussi grande abondance, dont un grand nombre est si facilement utilisable, doit nous mener à une guerre systématique à l'importation de charbon et d'huiles lourdes.

Guerre à ces produits qui nous prennent annuellement près de 2 millions de livres!

Nous avons vu que la puissance, en chevaux installés, est, dans tout le Portugal, d'environ 150 000 CV, desquels 50 000 sont absorbés par les transports terrestres.

Pour les réaliser, il n'y a donc qu'à se servir de deux grandes chutes près des deux grands centres consommateurs, et d'une demi-douzaine plus petites aux centres manufacturiers de moindre importance.

Le problème est si facile à résoudre qu'une politique de réalisations qui orienterait notre action gouvernementale l'aurait résolu depuis longtemps.

Mais le problème est en route: il ne manque qu'à lui donner de l'impulsion.

Puissance hydro-électrique déjà réalisée

La puissance hydro-électrique réalisée jusqu'à ce jour dans notre pays — je le constate avec chagrin — ne dépasse pas 50 000 CV installés!

Entreprises	Potentiel installé	
	CV	kW
Electra del Lima — Centrale au Lindoso	20 000	14 000
Companhia Hydro-Electrica do Varosa — Central à Chócalho	7 500	5 120
Empresa Hydro-Electrica da Serra da Estrêla, LDa Centrale à Ponte do Jugais	4 200	2 640
Centrale à la Senhora do Desterro	1 800	1 240
Hydro-Electrica do Alto Alentejo — Centrale à Póvoa	1 000	736
Centrale à Brueeira (en construction)	2 500	1 712
Empresa Hydro-Electrica do Coura — Centrale à Covas	962	648
Note: Il existe en outre 600 Centrales de moindre importance, représentant une puissance de	13 234	9 730
Somme totale	51 196	35 826

Bien plus grande, quoiqu' également petite, est la puissance thermo-électrique qui est aux environs de 100 000 CV.

Conclusion: nous dédaignons l'énergie que la nature nous offre, en allant chercher ailleurs, à poids d'or, celle qui nous manque.

Ceci ne doit pas être.

Les principales entreprises, montées dans le pays, sont les suivantes:

Les installations de moindre importance se trouvent situées près des centres de consommation qu'elles fournissent.

Les plus grandes ont besoin d'aller chercher un débouché pour leur énergie à distance.

C'est ainsi qu'il existe déjà aujourd'hui les lignes de transmission suivantes, dignes d'être notées:

Electrica de Lima — Ligne à 70 000 V, allant de la centrale du Lindoso à Porto dans un parcours de 90 km et elle distribue, en transit, de l'énergie à Braga.

União Electrica Portuguesa — Lignes diverses à 15 000 V, qui distribuent de l'énergie aux alentours de Porto. Elle a en projet une ligne de 50 000 V, de Porto à Coimbra, dans un parcours de près de 100 km, pour transmettre l'énergie produite à la Hydro-Electrica du Lindoso et à la centrale thermique du Freixo.

Companhia Hidro-Electrica do Varosa — Ligne de 60 000 V partant de Varosa, près de Régua, à la région du fleuve Ave et se déviant à cet endroit là vers Porto, dans une étendue totale de près de 80 km. Elle projette une ligne à 15 000 V, partant de la sous-station à Porto pour alimenter Vila Nova de Gaia et Espinho, dans une étendue de 12 km.

Empresa Hidro-Electrica da Serra da Estrêla Lda — centrales de la Senhora do Desterro et Ponte de Jugais, alimentant un réseau à haute tension à 40 000 V vers Canas de Senhorim et Belmonte, dans une étendue de 70 km, ainsi qu'un réseau à 60 000 V qui distribue de l'énergie à plusieurs localités.

Hidro-Electrica do Alto Alentejo — De la centrale de Póvoa part une ligne de 30 000 V qui passe par Nisa et Gavião, dans une étendue de près de 33 km et une autre de 6 000 V, partant de la même centrale vers Castelo de Vide, dans un parcours de près de 13 km. Elle a un projet de prolongement de la ligne de Nisa à Gavião vers Tramagal, Entrocamento et Santarém, dans une étendue de 75 km, dont 40 km, en deux lignes parallèles; une ligne de 30 000 V en boucle alimentera Portalegre, Elvas, Vila Viçosa, Estremoz, Crato, etc., dans un parcours de près de 200 km.

Empresa Hidro-Electrica de Coura — De sa centrale de Covas part un réseau de 13 000 V, dans une étendue de 45 km qui alimente Viana do Castelo, Caminha, Vila Nova da Cerveira, Ponte de Lima, etc., Elle projette de fermer ainsi le cercle constitué par une nouvelle ligne de Portozelo à Ponte de Lima, dans une étendue de 15 km.

On constate par ces quelques lignes que les entreprises qui les exploitent sont en mesure de les agrandir et de fournir les marchés consommateurs qui les entourent.

Mais on voit aussi qu'elles n'ont pas d'énergie suffisante pour les approvisionner.

Ainsi, la Empresa do Alto Alentejo pense porter son énergie jusqu'à Castelo Branco, Abrantes, Santarém, Coimbra, Portalegre, etc. Mais où va-t-elle aller chercher l'énergie pour fournir tous ces centres consommateurs ?

b. Potentiel électrique qu'il faut réaliser dès à présent

Ayant ainsi exposé le peu que nous avons fait au Portugal sur ce rapport et tout ce qu'il est possible de faire, voyons si, réellement l'utilisation des chutes d'eau peut modifier nos conditions économiques.

Du moment que les chutes d'eau peuvent nous fournir toute l'énergie dont nous avons besoin, la première chose à voir est si l'utilisation de cette énergie est dans la mesure de nos moyens.

Pour vérifier ceci, il est nécessaire de savoir combien l'utilisation peut nous coûter.

Coût d'un cheval installé

Que personne ne suppose qu'un cheval électrique, installé à la rive d'un fleuve, est un „cheval" à peu de frais.

Comme on peut s'en rendre compte, le prix auquel peut revenir le cheval est très variable. Les frais d'installation peuvent doubler ou

tripler. Mais une moyenne de 100 escudos d'or, dans notre pays, peut être considérée comme raisonnable.

Et il faut noter qu'un cheval de chair et d'os coûte bien plus que ça.

Alors, s'il en est ainsi, les 100 000 CV que nos industriels vont se procurer aujourd'hui dans le charbon et les huiles lourdes peuvent être obtenus pour £ 2 000 000.

Mais, supposons, pour plus de sécurité de calcul, que, mis aux endroits de consommation et en train de travailler, ils nous reviennent à 3 millions.

Ceci rentre dans nos possibilités.

Et comme son utilisation nous permettrait naturellement de nous dispenser de l'exportation de 1 million de livres annuelles, en échange pour du charbon et des huiles reçu, il est évident qu'il devrait, depuis longtemps, faire partie de notre programme d'exécutions, si quelqu'un s'en était occupé.

Après tout, pour les besoins les plus pressants qu'est-il nécessaire de faire ?

Une grande utilisation au Nord et une grande utilisation au centre du pays.

Au Nord nous avons le Douro international, à moins que nous ne voulions trouver une solution plus modeste et peut-être préférable du Cávado et Rabagão ou du Paiva; au centre nous avons les utilisations du Tage à n'importe quel endroit de ceux déjà signalés; ou, encore mieux, celles du Zézere.

Nos aspirations seraient bien modestes si nous nous contentions d'expulser les chevaux thermiques, que nous avons par les chevaux électriques que nous pourrions avoir.

Mais, nos aspirations doivent aller bien plus loin.

M. Dubois, président de la Commission Financière de la Société des Nations, nous a conseillé d'abandonner certaines industries qui existent avec de difficultés énormes et qui se font protéger par l'Etat.

Il a reconnu que nous ne pouvons pas être un pays industriel.

Et, réellement, avec du charbon à une livre et demie et sans provisions en matières premières que, cependant, nous pourrions et nous devrions avoir, M. Dubois a raison.

Mais, avec l'énergie très bon marché que nous pouvons obtenir de nos chutes d'eau et avec les matières premières que nous pouvons aller chercher dans nos colonies lorsque le sol de la métropole ne les produit pas — nous pouvons devenir un pays industriel.

La politique économique actuelle dans le monde n'est pas ce qu'on peut appeler une politique de spécialités.

Il ne nous suffit pas de nous occuper des choux et de semer des pommes de terre ou de planter des vignes; il faut que nous cherchions à nous suffire. Et nous suffire aussi bien dans le domaine agricole que dans le domaine industriel.

Ceci est la vraie politique nationale!

Ayant donc établi que le remplacement des chevaux thermiques par de chevaux hydrauliques permet de favoriser l'économie nationale par l'épargne d'un million de livres, que nous n'avons pas besoin d'exporter, voyons ce que peut encore nous rapporter l'utilisation des chutes d'eau.

Application à l'industrie

Du moment que par l'utilisation rationelle des chutes nous puissions avoir, dans les centres industriels que nous possédons, de l'énergie à bon marché, énergie qui revienne à 50% de ce qu'elle coûte aux industriels, personne ne devra douter qu'il y aura un accroissement notoire de ces industries.

Nous avons un exemple:

Les industries de Covilhã, ont besoin de dépenser 3 livres et demie pour avoir une tonne de charbon dans leurs usines, perdues au fond de la montagne.

Comment peuvent-ils, dans ces conditions, concurrencer avec celui qui peut avoir de l'énergie pour le tiers de ce prix ?

Beaucoup d'industries, qui luttent aujourd'hui avec des difficultés, viendront, certainement, à avoir une vie plus dégagée.

Cependant, au lieu d'un tarif douanier exagéré, qui a donné lieu à tant d'observations de la part de Monsieur Dubois, le Gouvernement n'aura qu'à leur dispenser de l'énergie à bon marché et ce sera une politique qui ne provoquera d'observations de la part de personne.

Application aux chemins de fer

L'industrie des transports terrestres peut beaucoup bénéficier de l'utilisation des chutes.

Je sais bien que les formules classiques nous disent, par exemple, que le trafic de la ligne de Lisbonne-Entroncamento n'a pas encore atteint la limite minima qui rend son électrification recommandable.

Mais, réduisons nous-mêmes un peu cette limite. Les formules rigides ont disparu depuis longtemps. La mathématique rigoureuse est bonne pour les écoles.

Les lignes suburbaines de Lisbonne et de Porto électrifiées; la ligne Lisbonne-Entroncamento électrifiée, quelle énorme économie ne fera-t-on pas!

Application à l'éclairage public et privé

On peut dire qu'il n'y a pas aujourd'hui une ville, aussi modeste qu'elle soit, et même un village aussi peu peuplé qu'il soit, qui n'aspire pas à être éclairé à l'électricité!

Et, parmi celles qui le sont déjà, combien n'y en a-t-il pas qui le sont à force de charbon ou d'huiles lourdes importées ?

Or, il est si facile de satisfaire aux désirs de tout le monde, puisque la nature nous a favorisé d'une distribution de chutes dans tout le pays.

Mais, s'il est important de donner à la population une commodité

qu'elle apprécie tant, en substituant, partout, aux lampes à pétrole et à huile des lampes électriques, il faut également tenir compte de l'économie que le pays fait avec le remplacement du système d'éclairage, surtout si on avait soin de monter, ici également, l'industrie de lampes et de fils de cuivre, telle qu'existe celle de la porcelaine et d'autres accessoires. La généralisation de l'éclairage peut ainsi agrandir l'action de l'industrie!

On constate qu'au Japon 80% de toutes les maisons du pays ont déjà l'électricité installée! Comparons notre progrès au progrès japonais!

Application aux industries du ménage

Mais celui qui a l'énergie chez lui, surtout s'il l'a à bon marché, l'applique à tous les usages de la vie, comme il arrive déjà à Guarda et à Viseu. On l'emploie pour la cuisine, pour repasser; on fait la lessive; il n'y a, enfin, pas d'emploi qu'on ne lui trouve.

Mais il n'y a que ceci, ou ceci n'est pas encore le plus important. La fourniture d'énergie dans des conditions économiques fait renaître les industries à domicile.

Et à la suite de la renaissance de ces industries, on atténue les effets de l'urbanisme!

Quelle série de bénéfices ne voyons-nous pas qui peuvent être obtenus de la généralisation des réseaux électriques?

Et nous entrevoyons de nouvelles possibilités pour les industries nationales. Les fers à repasser; les articles de cuisine; les moteurs pour les petites machines, outils, etc. etc. La fabrication de tout ceci nous apporte tout un monde de nouvelles possibilités.

L'électrification des champs; le problème d'arrosage

Dans un pays essentiellement agricole comme le nôtre et dans un pays où l'irrigation des champs doit constituer la base indispensable d'une culture intense, l'application de l'électricité, à un prix bas, dans l'électrification des champs, constitue un réel appui pour l'agriculture.

Où et comment peut-on appliquer cette énergie?

L'exemple nous vient de l'étranger, où les emplois se multiplient partout où il y a de l'énergie à bon marché.

Nous avons d'abord les instruments agricoles; les traceturs qui labourent, les machines qui sèment, les disques qui sillonnent, les batteuses, etc. etc., qui peuvent être actionnées à l'électricité.

Ce sont les écrémeuses qu'on fait marcher à l'électricité; ce sont les batteuses; les machines à fabriquer la glace pour produire le froid nécessaire pour le beurre, ou les radiateurs pour produire la chaleur: combien d'emplois l'électricité ne peut-elle avoir?

Mais c'est dans le drainage des champs et dans l'arrosage des cultures que son emploi est vraiment avantageux.

Les meilleurs terrains ont besoin, en règle générale, d'être drainés. Et il n'y a pour ainsi dire pas de culture qui ne bénéficie de l'arrosage.

Mais il y a plus: les procédés classiques des grands arrosages trouvent dans l'électricité des raisons de nouvelles impulsions et de perfectionnements salutaires.

Et dans bien des cas ils seront mis de côté en présence de l'électricité bon marché, lorsque le sous-sol sera aqueux.

On installe, dans n'importe quel coin, une auto-pompe qui soulève l'eau nécessaire à l'irrigation des propriétés. Et comme la propriété est, généralement, très divisée chez nous, de petits engins remplissent parfaitement cette fin.

Le problème d'arrosage et le problème de séchage des terres est résolu par l'électricité.

Fabrication des engrais et les industries électro-chimiques

Quelle belle application celle de l'électricité à l'industrie des engrais chimiques!

Après l'eau, c'est l'engrais qui doit nous procurer le pain en abondance et bon marché.

Et pour l'avoir, nous avons besoin d'engrais chimiques puisque ceux de l'étable ne suffisent pas et ne servent pas à grand chose pour corriger la terre.

Or, une des applications les plus fécondes de l'énergie des chutes d'eau est celle de la fabrication d'engrais.

Le Portugal n'ayant pas de possibilités d'extraire les engrais azotés de la distillation de ses propres charbons, qu'il ne possède pas, et son agriculture ayant un besoin impérieux de les employer, il devra les importer de l'étranger à prix d'or, qu'il n'a pas. Or, comme nous avons la possibilité de produire de l'électricité à un prix bas, si nous tirons profit de quelques unes de nos chutes d'eau plus faciles à mettre en valeur, il est naturel que nous cherchions à produire ici des engrais. Et il ne faut pas s'imaginer que c'est une petite chose en fait de valeur.

La Suède et la Norvège doivent leur résurrection commerciale précisément à l'industrie de nitrates artificiels, en exploitant le procédé Byrkland-Eyde, d'origine norvégienne, qui est considéré comme un des meilleurs qu'on connaisse.

Ce dernier pays utilisera prochainement plus de 400 000 CV seulement dans la fabrication d'engrais qu'il exporte dans le monde entier.

Que faut-il faire pour obtenir l'ammoniaque synthétique absolument nécessaire à l'agriculture? Extraire l'hydrogène de l'eau et extraire l'azote de l'air atmosphérique. Or, tout ceci se fait par l'électricité. Une des industries les plus intéressantes de l'électro-chimie est celle de la fabrication de l'ammoniaque synthétique. Cette industrie a aujourd'hui un grand développement dans l'Italie renouvelée. Et pourquoi ne serait-elle pas une grande industrie au Portugal?

En 1926, on a déjà tenté de l'introduire ici. Aujourd'hui, nous trouvons le moment propice.

Il ne sera pas difficile d'introduire ici, par exemple, les procédés Fausel et Casali.

A Canas de Senhorim, nous fabriquons déjà le carbure de calcium. Il sera facile de la transformer en cyanamide de calcium.

Dans les Pyrénées espagnoles on a installé, il y a peu de temps, une usine d'ammoniaque synthétique, qui produit déjà plus de 20 000 t de sulfate d'ammoniaque.

Or, d'après l'emploi que nous faisons des engrais phosphatés, nous avons besoin, pour notre agriculture, d'environ 75 000 t de sulfate d'ammoniaque, qui donneront aux cultures environ 15 000 t d'azote.

Nous importons actuellement du Chili une grande quantité de nitrates. Produisons-les ici, car ils nous reviennent meilleur marché que ceux importés et nous n'aurons pas à dépenser l'or. Au contraire, nous pourrons encore en recevoir si nous augmentons la production de façon à l'exporter nous aussi, ainsi que le font les autres pays.

L'électro-métallurgie — Le fourneau électrique

Le fourneau électrique est né avec l'industrie hydro-électrique. Employé, au commencement, seulement pour la production d'aciers spéciaux, il a rendu techniquement possible, non seulement le raffinage du métal brût, mais la fusion du minerai lui-même. On voit par là le vaste champ qui est réservé au fourneau électrique dans notre pays.

Pour se faire une idée du progrès rapide que les fourneaux électriques ont fait, il suffit de dire qu'en 1910 il y avait à peine dans le monde entier 101 fourneaux; en 1916 il y en avait déjà 245 et aujourd'hui on les compte par milliers!

Et nous, avec tant de moyens, nous en avons à peine trois à Canas de Senhorim et un autre à Tramagal, lequel va être chauffé par l'énergie électrique de la rivière Nisa[1].

Enfin: dans un pays sans traditions industrielles comme le nôtre, il serait impossible de consommer l'énergie que la nature nous présente de tous côtés; dans les chutes que nous possédons, même en l'employant sans contrôle!

Plus vaste encore est le champ où nous pouvons l'utiliser avec profit remarquable, et nous pouvons même, avec cette énergie, révolutionner les conditions économiques du pays, en le transformant en un pays riche.

Voyons alors comment réaliser ces utilisations.

Comment obtenir la réalisation des utilisations hydro-électriques

Les utilisations des chutes d'eau doivent s'obtenir:

a. ou par l'initiative privée;

b. ou par l'intervention des Municipalités;

c. ou par l'action de l'Etat.

[1] La Empresa de Tramagal a encore en voie de montage un autre fourneau électrique.

L'initiative privée ne rapporte rien aujourd'hui au Portugal.

Le capital s'expatrie de même que le laboureur du Minho, ou l'artisan des Beiras. Tous vont chercher une meilleure rétribution.

Peut-on accuser de manque de patriotisme ceux qui agissent ainsi? Nous ne le pensons pas.

Si le laboureur s'expatrie à la recherche d'une meilleure rétribution, il ne laisse pas pour ça d'être portugais.

* * *

Les Municipalités peuvent réaliser une oeuvre intéressante. Beaucoup d'utilisations hydro-électriques de petite importance, mais dont l'exécution les intéresse particulièrement, peuvent être réalisées par elles.

Et, lorsqu'elles n'auront pas les moyens par elles-mêmes pour la valorisation d'une certaine utilisation, elles pourront s'associer ou se fédérer, comme on dit maintenant, et réaliser l'ouvrage en partageant les frais.

Pas mal d'exemples de ce genre pourraient être cités dans tout le pays. Il y a bien des chutes qui, utilisées, donneraient de l'énergie à quatre, cinq ou six Municipalités, en satisfaisant les besoins principaux en fait d'éclairage, force motrice et assainissement. Eh bien: que ces Municipalités s'associent entre elles, dans la certitude qu'elles trouveront le meilleur accueil et appui dans les départements officiels.

La loi des eaux, leur assure certains avantages dont elles devraient se servir plus largement pour le plus grand bien être de leurs citoyens.

* * *

L'Etat, dans les pays où les initiatives privées sombrent, doit assumer le rôle, non pas seulement d'orientateur, mais aussi d'exécuteur des travaux d'améliorations dont dépend le bien collectif.

Les travaux des ports, des routes, les travaux hydrauliques, etc. etc., ne sont-ils pas faits déjà aux frais du budget général de l'Etat?

Et si c'est pour le bien public que le Gouvernement fait ces travaux, pourquoi ne serait-ce pas aussi pour le bien public qu'ils feraient les utilisations hydro-électriques?

Quelles raisons plus grandes y a-t-il pour l'Etat de dépenser de centaines de milliers d'escudos au nettoyage de certains fossés et au drainage de certains marais qui font du tort à quelques centaines— parfois seulement à des dizaines — de personnes, que de dépenser ces mêmes centaines de milliers d'escudos, ou même des millions, pour la réalisation d'une utilisation hydro-électrique qui permet de donner de l'éclairage à des dizaines de bourgs, et de résoudre á même temps le problème d'approvisionnement d'eau; des écoulements; des industries domestiques; de l'irrigation des champs cultivés, etc.?

Les utilisations hydro-électriques entrent dans le groupement de travaux intéressant l'économie nationale, dont l'Etat tire des profits indirects; en produisant le bien-être de la population.

Il est vrai que les utilisations hydro-électriques sont sorties pratiquement des mains de l'Etat, dans la plupart des pays.

Mais c'est parce qu'il y avait des capitaux privées qui voulaient s'intéresser et trouver une rémunération convenable.

On remarquera que les utilisations ayant fait l'objet de concessions sont intégrées au patrimoine national.

Après 60 ans, ou après le nombre stipulé dans les décrets de concessions, les chutes, ainsi que les travaux réalisés pour leur utilisation, deviennent la propriété de l'Etat.

Alors, l'Etat aura suffisamment raison d'octroyer, dans certaines conditions, la garantie d'un intérêt au capital qui les utilisera.

Quelle est la qualitéessentielle pour qu'une telle procédure soit conseillée ?

Que l'utilisation soit réellement reconnue d'intérêt public.

C'est ce qu'on fait avec les chemins de fer construits par des entreprises privées, auxquelles l'Etat garantit un intérêt.

Pour l'orientation de l'Etat, le principe suivant est fondamental:

„*Un pays, comme le nôtre, qui a la facilité de disposer d'une source d'énergie qui lui coûte peu, doit, nécessairement, s'en servir dans l'intérêt de la collectivité.*"

Suivons les exemples qui nous viennent de l'étranger.

Le Gouvernement italien va électrifier la ligne de Bolzano-Brennero pour servir le trafic international. Il construit deux barrages, un pour 40 000 et un autre pour 270 000 CV, desquels 195 000 pourront être utilisés pour l'industrie privée. Ces travaux représentent une dépense de près de 4 millions de livres et donnent du travail à plus de 5000 ouvriers. Les Gouvernements forts agissent ainsi lorsque les initiatives privées fléchissent.

J'ai tâché, autrefois, d'émettre les bases d'une politique d'utilisation.

C'est de cette initiative, qui date de juillet 1927, que proviennent les paragraphes suivants:

„Puisqu'il est ainsi et puisqu'il devient urgent de mettre en exécution les utilisations pour nous libérer, d'un côté, des grandes importations de charbon, d'essence, et d'huiles et préparer un meilleur avenir à notre pays, par l'augmentation de facilités aux industries actuelles et pour la création de nouvelles industries, qui ne peuvent même pas s'établir à défaut d'énergie bon marché et abondante, ou bien nous devons avoir recours au capital étranger, ou l'Etat devra intervenir en remplacement de l'initiative privée.

En ayant recours au capital étranger, tout en diminuant la sortie de l'or, par suite de la diminution d'importations en charbons, nous ne l'éviterons pas, parce que nous aurons à envoyer de l'or à l'étranger, pour rétribuer le capital qui viendrait à être utilisé dans les chutes.

Avec l'intervention de l'Etat, les choses se passent d'une autre façon. A part la sortie de l'or pour l'achat de la machinerie qu'on ne fabrique pas au Portugal, tout le reste peut demeurer dans notre pays.

Et lorsque l'Etat ne fera pas les trauvaux et qu'il aura l'intention de subsidier les entreprises privées pour qu'elles les mettent en exécution, il sera nécessaire d'établir des lois pour que le capital soit exclusivement portugais.

Les conditions nécessaires et indispensables pour une collaboration de l'Etat avec les entreprises privées étaient ainsi définies:

1 e condition — Que le détenteur de la chute soit dans une situation financière solide.

2e condition — Que l'utilisation que le détenteur de la chute prétend faire soit d'intérêt immédiat pour le pays et économiquement recommandable.

3e condition — Que le détenteur intervienne avec une partie du capital qui lui fasse partager le sort de l'entreprise.

4e condition — Que le détenteur accepte la clause de fournir à l'agriculture, à un prix préalablement fixé, un pourcentage d'énergie à fixer en rapport à l'utilisation totale.

Nous sommes convaincus que, si l'Etat facilite des garanties d'intérêt sur les concessions de chutes d'eau, petites ou grandes, qui seraient classifiées d'intérêt public par les organes officiels, parce qu'elles concernent et intéressent réellement une grande population, ou parce qu'elles enferment une grande sommation d'intérêts, les utilisations auxquelles ces garanties seraient données, se feraient sans trop de frais pour l'Etat. Une telle garantie représenterait plutôt un appui de confiance qu'une dépense en argent, excepté, bien entendu, pendant la période de construction de l'ouvrage, qui devrait être courte.

L'argent employé dans ces chutes d'eau de valeur et administré avec jugement, a une rémunération assurée.

L'intervention de l'Etat est nécessaire, principalement pour inspirer confiance, et, disons-le, du courage, au capital.

Summary

Portugal is an essentially agricultural country. Its industries are still, however, little developed, because there is no local coal available for supplying them. The coal imported from England and other mining countries commands a very high price in Portugal and this is the reason why the industries cannot make progress in spite of the abundant labour available and the raw materials obtainable from its colonies.

According to the statistics published, the industrial activities of the country do not at present absorb more than 200 000 HP, fifty per cent of this energy being supplied by waterfalls.

The average rainfall of Portugal amounts to 882.3 millimeters per annum. The statistics cover a period of 48 years. In view of the heavy rainfall and the hilly nature of the country which is actually mountainous in certain regions, it is evident that a large amount of power can by obtained from waterfalls. Unfortunately, owing to the great scantiness of vegetation in the mountains, the rain water flows rapidly into the rivers which become, as a rule, torrents throughout a great

part of their course. Thus, the difference between the extreme quantities of water discharged sometimes varies from 1 to 1,000 and, in certain cases, even from 1 to 2,000, as in the case of the rivers Tagus and Douro. Notwithstanding, there exist heads capable of utilisation, representing an energy of about 2 million horse-power.

Chief water powers. The chief sources of water-power in the country are the rivers Douro and Tagus and their tributaries, in particular the Zezere river. The northern districts constitute the most mountainous part of the country and, accordingly, possess the largest water powers. The river Douro will become for Portugal a great source of energy when the necessary river regulation scheme at present under construction in Spain is completed. The minimum water discharge of the river Douro will then be increased from 10 to 150 cubic metres. In the river Zezere there are possibilities of developing over 140,000 horse-power.

The dam which it is intended to build at Castelo de Bode will be 93 metres and will have a storage capacity of over 400 million cubic metres with an output of 76.000 HP. The water thus stored will form an artificial lake which will be the largest in Europe. The only comparable work in the Iberian Peninsula is the great dam of Camarasa. This water power plant is situated at a little more than 100 kilometres from the capital, which is the greatest centre of consumption in the country.

The southern part of the country is flat and does not possess as many possibilities as the north. Notwithstanding, the river Sado, which flows into the sea near the town of Setubal, is suitable for an important undertaking which would permit a lake similar to that of the river Zezere, with a dam of less than half the height of the latter. The water stored will be more useful for irrigating the fertile valley of the Sado, than for the generation of electric power.

Quantity of power which it is at present possible to produce in the country. The industries already established, both in the north and in the centre of the country, postulate the immediate execution of two important schemes for utilising the water powers of the river Douro, or in its tributaries on the one hand and on the other of the river Zezere. With the execution of these two undertakings, a reduction of 50 % in the annual coal importation will be obtained, and the cost of power considerably reduced. The utilisation of these two important water-powers will serve to promote the economic development of the country. With them it will be possible in addition to create the electro-chemical industries and obtain artificial manures at low prices.

Nr. 411

Tschechoslowakei

Die Pumpspeicherung in der Tschechoslowakischen Republik

Tschechoslowakisches Technisches Komitee

Ing. V. Pavlousek

Die Rationalisierung sämtlicher Betriebe, welche durch die Nachkriegsverhältnisse hervorgerufen wurde, nötigt sämtliche Staaten, auch solche, welche genügend billige Kohle haben, zur äußersten Ausnützung aller Energiequellen und daher auch der Wasserkraft.

Die Tschechoslowakische Republik, welche einen Überfluß an billiger Kohle aller Art besitzt und erst in dem letzten Jahrzehnt mit dem Ausbau ihrer Wasserkraftwerke begann, hatte bisher kein Bedürfnis für eine Wasserenergiespeicherung.

Gewisse Wasserkraftwerke und besonders Flußkraftwerke sind minderwertige Energiequellen, und diese Erkenntnis regt zu ihrer Verbesserung an. Die Ergänzung der Flußkraftwerke durch Dampfreserven befriedigt nicht wegen der großen Anlagekosten, welche die Erzeugung verteuern und daher auch die Rentabilität verringern. Außerdem verbürgt die Dampfreserve nicht immer eine sofortige Abhilfe bei Störungen im Flußkraftwerk, da es nicht möglich ist, für den Fall einer Störung dauernd sämtliche Kessel unter Dampf zu halten.

Das Anheizen der Kessel rückt die Hilfe der Dampfreserve in eine solche Ferne, daß eine Störung beim Wasserkraftwerk oft früher wieder behoben ist, als die Dampfreserve zur Verfügung steht.

Größere Bereitschaft bieten in dieser Hinsicht die Verbrennungsmotoren, deren Anwendung sich in der Tschechoslowakischen Republik wohl kaum begründen ließe, da ein Überfluß an Kohle, aber ein Mangel an Petroleum vorhanden ist.

Unter diesen Umständen wird die beste Reserve der unstetigen Flußenergie durch Wasserkraftspeicherung erzielt, bei welcher durch Abfallstrom, sei es Nacht- oder Feiertagsstrom, Wasser in hochgelegene Becken gepumpt wird, um in der Zeit des Bedarfes, das ist bei nicht genügender Leistung des Flußkraftwerkes, bei Störungen oder Spitzen, aus dem Speicherbecken den Hochdruckturbinen Wasser zuzuführen und dadurch die Ersatz- oder Spitzenenergie zu erzeugen.

Das Problem der Pumpspeicherung entwickelte sich in der Tschechoslowakischen Republik und besonders in Böhmen aus den gegebenen

Nachkriegsverhältnissen, welche den Bau von vielen Wasserkraftwerken bedingten.

Die Stabilität der Wirtschaftsverhältnisse und die große Konkurrenz zeigten erst die Unzulänglichkeit der Wasserkraftwerke, und auch sehr vorteilhafte große Wasserkraftwerke wurden nicht ausgebaut, besonders als der Staat erklärte, daß er nur jene Wasserwerke ausbauen würde, für welche sich ein Unternehmer oder Pächter fände.

Es wurden nachher nur Dampfkraftwerke gebaut. Es war kein privates Interesse vorhanden, sogar nicht für die großen Wasserkraftwerke in Schreckenstein und Štěchovice, welche gleichzeitig mit Schleusenanlagen projektiert wurden, und bei welchen die Schiffahrt den größten Teil der Investitionskosten der Stauanlagen auf sich nahm und dadurch ihre Rentabilität verbesserte.

Das Bestreben, die Interesselosigkeit an solchen volkswirtschaftlichen Werken zu beheben und besonders Unternehmer oder Pächter zu gewinnen, führte zum Studium der Frage, ob das Flußkraftwerk in Schreckenstein geeignet ist, dauernd die Grundbelastung, unabhängig von Dampfreserven, zu erhöhen, wenn man das Wasserkraftwerk mit einer Pumpspeicheranlage verbindet.

Das Wasserkraftwerk bei Schreckenstein hat bei einem Stau auf Kote 141,00 eine Leistungsfähigkeit von 16 800 kW, welche bei Niederwasser nur auf 2800 kW sinkt, kann aber bei Hochwasser durchschnittlich 4 Tage im Jahr überhaupt nicht arbeiten.

Bei Schreckenstein am rechten Ufer erheben sich Eruptivhänge, die nahe der Elbe bei einer relativen Höhe von 500 m in das Hochplateau bei Němčí übergehen, wogegen das Hochplateau am linken Ufer über 300 m hoch liegt. Diese Terrainverhältnisse sind überaus günstig für Speicherbecken, welche ca. 500 000 m³ aufnehmen könnten. Nicht vorteilhaft ist, daß in beiden Fällen der natürliche Zufluß so unbedeutend ist, daß mit ihm nicht gerechnet werden kann. Er genügt nur, um die Verdunstungs- und Versickerungsverluste zu decken.

Es wurde festgestellt, daß man eine zehnstündige Dauerbelastung von 10 000 PS am Tage und eine vierzehnstündige Dauerbelastung von 1000 PS in der Nacht mittels der überschüssigen Energie des Flußkraftwerkes in Schreckenstein durch Pumpen in das Speicherbecken ununterbrochen für das ganze Jahr sicherstellen kann.

Das Speicherbecken bei Podlešín müßte bei einem Gefälle von 310 m ungefähr 300 000 m³ fassen und das gleiche Becken bei Němči bei einem Gefälle von 520 m nur 180 000 m³ Inhalt haben. Dadurch wurde zwar nachgewiesen, daß man die Möglichkeit hat, eine ziemlich große, garantierte Grundbelastung des Flußkraftwerkes, unabhängig von Dampfreserven, auch bei Hochwässern und bei katastrophaler Trockenheit zu erreichen. Aber diese Selbständigkeit des Flußkraftwerkes könnte nicht voll befriedigen, da die garantierte Leistung kaum die Hälfte der installierten Leistung beträgt. Außerdem liefern große in der Nähe von Kohlengruben gelegene Dampfkraftwerke genug Nachtstrom zum Pumpen für einen billigen Preis.

Daher wurde im weiteren Verfolg dieser Frage vorausgesetzt, daß zur Pumpspeicherung zuerst der überflüssige Strom des Flußkraftwerkes verwendet wird und dann zur Ergänzung desselben noch der Nachtstrom von Dampfzentralen in Anspruch genommen wird.

Es wurde von der Frage der ganzjährigen Speicherung Abstand genommen und weiter nur die Tagesspeicherung in Erwägung gezogen.

Aus den durchgeführten Untersuchungen lassen sich nachfolgende allgemeine Schlüsse für Flußkraftwerke, verbunden mit Pumpspeicherung, bei welchen das Speicherbecken keinen natürlichen Zufluß hat, ableiten.

1. Für kleinere garantierte Leistungen ist die ganzjährige Pumpspeicherung ohne Zuhilfenahme von Dampfkraftwerken durchführbar.

2. Besonders vorteilhaft ist die Tagesspeicherung, wenn sie beinahe auf die volle installierte Leistung des Flußkraftwerkes dimensioniert wird.

3. Die vollständige Unabhängigkeit des Flußkraftwerkes von den Dampfkraftwerken bei Jahresspeicherung erfordert unverhältnismäßig große Speicherweiher und Gegenbecken, wobei verhältnismäßig nur kurze Zeit die maschinelle Ausrüstung der Anlage ausgenutzt wird. Dadurch erscheint sie nicht wirtschaftlich.

4. Die Tagesspeicherung erfordert kleinere Speicherbecken, gestattet eine gleichmäßige Belastung der maschinellen Ausrüstung und ermöglicht die Wärmekraftreserve auf ein Minimum zu verringern.

5. Durch die Pumpspeicherung wird die Energie des Flußkraftwerkes verbessert, da einerseits ihre Unstetigkeit beseitigt wird, andererseits bietet sich die Möglichkeit, die Nacht- und Feiertagskraft, welche bisher nicht ausgenutzt werden konnte, zu verwenden.

6. Die Wirtschaftlichkeit ist für Pumpspeicherung dann gegeben, wenn der Abfallstrom für das Pumpen beinahe zu einem Drittel des Verkaufspreises der gewonnenen Spitzenkraft erhältlich ist.

7. Es ist am vorteilhaftesten, Pumpspeicheranlagen zur Spitzendeckung zu wählen, da in diesem Falle der billige Abfallstrom zum Pumpen benutzt wird, um den kostbaren Spitzenstrom zu erzeugen.

Zu diesem Schluß führt nicht bloß die technische Überlegung, sondern auch die natürliche Entwicklung der Energiewirtschaft. Kurz nach der Veröffentlichung der Ergebnisse der ersten Untersuchungen im Jahre 1926 erschien ein Interessent, dessen Industrie sich dem unregelmäßigen Kraftanfall des Flußkraftwerkes in Schreckenstein anzupassen vermag, da derselbe über eine eigene Dampfkraftreserve verfügt, und deswegen die Pumpspeicherung nicht benötigt.

Die außerordentlich günstigen Ergebnisse der Pumpspeicherung in Verbindung mit dem Flußkraftwerk in Schreckenstein führten zur Pumpspeicherung in Verbindung mit einem Dampfkraftwerke, das unmittelbar am Schacht liegt, wobei die Pumpspeicheranlagen die Spitzendeckung übernehmen sollten. Es wurden zwei Projekte für Pumpspeicherung in Vanov und in Brná bearbeitet, jede für eine Leistung von 20 000 kW.

Ähnlich den genannten Anlagen für Pumpspeicherung bei Schreckenstein wurden die Pumpspeicherwerke am Schwarzen See im Böhmerwalde, in Spindelmühle im Riesengebirge, bei der hohen Sperre in Štěchovice an der Moldau und an der Talsperre in Königreichwalde an der Elbe projektiert. Die Hauptdaten dieser Anlagen werden später angeführt.

Von diesen Pumpspeicheranlagen befindet sich die Anlage am Schwarzen See im Böhmerwalde im Bau; über die andern sind Verhandlungen im Gange.

Die Pumpspeicheranlage an der Elbe in Vanov

Das Speicherbecken wird auf Kote 451,0 m angeordnet. Das untere Gegenbecken kann entfallen, weil es durch die Stauhaltung der Masarykstaustufe ersetzt wird. Die Staukote ist 141,0 bzw. 143,0 m.

Ohne die Spiegelschwankungen im Speicherbecken von $\pm$ 3 m zu berücksichtigen, verbleibt ein Rohgefälle von 308 bis 310 m. Mittels eines Erddammes von 10 m Höhe wird ein Speicherbecken von 260 000 m^3 geschaffen, das später bei Bedarf auf 395 000 m^3 vergrößert werden könnte.

Aus dem Stausee gelangt das Wasser durch einen Feinrechen mit entsprechender Durchflußfläche zur Einlaufschütze und von hier durch ein rund 230 m langes Zuleitungsrohr von 2,20 m Durchmesser zum Wasserschloß.

Die Wasserstände im Stausee und Wasserschloß werden durch selbsttätige elektrische Fernschreibpegel im Kraftwerk kenntlich gemacht.

Aus dem Wasserschloß gelangt das Wasser in eine Druckrohrleitung von 1800 mm Lichtweite, die durch eine Klappe von Hand aus oder elektrisch betätigt wird. Ferner ist daselbst eine automatische Sicherheitsklappe eingebaut, die bei Überschreitung einer gewissen Fließgeschwindigkeit sich selbsttätig schließt. Weiter ist noch ein Belüftungs- und ein Entlüftungsventil vorhanden. Diese Armaturen sind in einem Raume untergebracht, der von einem fahrbaren Montagekran bedient wird. In diesem Schacht ist außerdem ein Schieber angeordnet, der als Leerlauf dient.

Die Druckrohrleitung ist 940 m lang, oben besitzt sie eine Lichtweite von 1800 mm, unten 1500 mm, die Wandstärke wächst von 14 auf 31 mm. Der größte Teil der Rohrleitung wird in einen Stollen verlegt, der übrige Teil wird durch eine Erdüberschüttung gegen Frost geschützt.

Das Verteilrohr vor dem Krafthaus verengt sich auf 1100 mm Lichtweite; die Abzweigungen werden mittels Kugelschieber durch hydraulischen Antrieb geschlossen. In den Abzweigungen zu den Pumpen werden noch langsam schließende Rücklaufventile eingebaut. Am Ende der Verteilleitung ist ein Auslaßschieber mit hydraulischer Bremse angeordnet.

Die Zuführungskanäle vom Stauwasser zu den Pumpen erhalten Feinrechen.

Im Maschinenraum werden zwei Aggregate installiert. Das erste besteht aus einem Peltonrad mit einer Leistung von 14 300 PS bei einem Nutzgefälle von 294 m und 500 U/min, aus einem Motorgenerator von 10 000 kW (Antriebskraft gleich Leistung), welcher durch eine Reibungskuppelung mit der Turbine gekuppelt ist, ferner aus zwei gleichen Pumpen für 6,450 PS, die hintereinander angeordnet sind.

Das zweite Aggregat ist ähnlich wie das erste angeordnet, für die gleiche Leistung und Drehzahl, es besitzt jedoch nur eine Pumpe für 12 900 PS.

Die Erreger sind an den freien Achsstummeln fliegend montiert.

Jede Turbine hat nebeneinander zwei Laufräder mit Doppelregulierung und zwar Reguliernadel und Strahlablenker.

Die Betriebssicherheit der Turbinen wird durch Regulatoren erhöht, welches die Turbinen anhalten, sobald die Umdrehungszahl die normale Tourenzahl um 15% übersteigt. Außerdem können die Turbinen durch Bremsstrahlen, welche auf den Rücken der Schaufeln der Laufräder wirken, schnell zum Stehen gebracht werden. Die Abfallschächte der Turbinen sind mit Stahlblechen und Granitquadern gepanzert.

Die Zentrifugalpumpen sind mehrstufig. Die Pumpen werden durch Ejektoren mit Wasser gefüllt.

Für den Hausbedarf und für die Signaleinrichtungen ist im Maschinenhaus ein Hilfspeltonrad von 120 PS mit 1500 U/min untergebracht, welches mit einem Elektrogenerator gekuppelt ist. Außerdem ist ein mit einem Elektrogenerator gekuppelter Dieselmotor von 120 PS projektiert.

Die Schaltanlage ist an das Maschinenhaus angeschlossen und mit den erforderlichen Einrichtungen, Transformatoren und Gleisen versehen.

Die Leistungsfähigkeit der Wasserkraftanlage beträgt $2 \times 10\,000 = 20\,000$ kW pro Achtstundentag, bei einem Rohgefälle von 310 m, einem Speicherinhalt von 260 000 m³ und bei eintägiger Akkumulierung. Die Turbinen müssen eine Kraft von $2 \times 14\,300$ PS entwickeln, was durch eine Wasserentnahme von $2 \times 4{,}5$ m³/s bei einem Nutzgefälle von 294 m aus dem Speicherbecken erreicht wird. Die Verluste in der Rohrleitung beim Durchflusse von 9 m³/s betragen 16 m einschließlich des Freihängens der Turbinen, das maximal 4,5 m beträgt, welches Gefälle für die Leistung der Peltonräder verlorengeht.

Zum Pumpen von 260 000 m³ Wasser sind $2 \times 12\,900$ PS erforderlich, das sind $2 \times 10\,000$ kW pro 14,5 Stunden täglicher Leistung. Die Pumpen müssen bei einer Manometerhöhe von 315 m $2 \times 2{,}5$ m³/s liefern.

Durch das Wasserkraftwerk werden 160 000 kWh erzeugt und zum Pumpen 290 000 kWh verbraucht. Der Wirkungsgrad dieses

Wasserkraftwerkes, ausgedrückt durch das Verhältnis der erzeugten zur verbrauchten Energie ist daher = 0,552.

Die Höchstleistung des Wasserkraftwerkes mit Pumpspeicherung in Vanov ist 58 400 000 kWh. Diese Anlage ist hauptsächlich zur Spitzendeckung und zur Aushilfe bei Betriebsstörungen im Dampfkraftwerk bestimmt.

Das Wasserkraftwerk mit Pumpspeicherung an der Elbe bei Brná

Das Speicherbecken bei Němčí wird einen Wasserinhalt von 156 000 m³ und ein Rohgefälle von 520 m haben. Mit natürlichem Wasserzufluß wird nicht gerechnet.

Sämtliche Einrichtungen sind ähnlich denen der Wasserkraftanlage in Vanov, und es werden daher nur jene Daten angeführt, welche Abweichungen enthalten.

Eine Zubringerleitung aus Eisenbeton von 400 m Länge und 1,70 m Lichtweite verbindet den Hauptspeicher mit dem ersten Wasserschloß. Von diesem wird das Wasser mittels Dücker von 1,70 m Lichtweite und 570 m Länge nach dem zweiten Wasserschloß geleitet. Von hier gelangt das Wasser durch eine Druckrohrleitung zur Zentrale. Die Druckrohre werden zum Großteil im Stollen, sonst unter einer frostsicheren Anschüttung geführt.

Die Druckrohrleitung ist 1940 m lang, die Lichtweite nimmt von oben nach unten von 1600 auf 1200 mm ab.

Im Krafthaus in Brná befinden sich zwei Aggregate ähnlich wie in Vanov mit dem Unterschiede, daß sie für ein Gefälle von 490 m konstruiert sind.

Auch die Leistung ist ähnlich. Bei eintägiger Speicherung von 156 000 m³ und bei einem Rohgefälle von 520 m ist die achtstündige Leistung 2 × 10 000 kW. Um diese Leistung zu erzielen, müssen die Turbinen 2 × 14 300 PS erzeugen, wozu sie 2 × 2,7 = 5,4 m³/s Wasser aus dem Stausee bei einem Nutzgefälle von 490 m verarbeiten. Der Gefällverlust im Rohr beträgt 30 m einschließlich des Freihängens, das 4,50 m von der Achse des Peltonrades bis zum Unterwasserspiegel beträgt.

Die Pumpen liefern 156 000 m³ Wasser bei einem Kraftverbrauch von 2 × 12 900 PS, d. h. bei einer Antriebskraft der Motoren von 2 × 10 000 kW während 14,8 Stunden im Tag. Hierbei heben die Pumpen 2 × 1,46 m³/s Wasser bei einer manometrischen Förderhöhe von 528 m.

Erzeugt werden täglich 160 000 kWh, für die Pumpen sind erforderlich im Tag 296 000 kWh, woraus sich ein Wirkungsgrad von 0,54 errechnet.

Die größte Jahreserzeugung beträgt ebenso wie bei der Vanover Pumpspeicheranlage 54 400 000 kWh. Diese Anlage ist hauptsächlich zur Spitzendeckung und zur Aushilfe bei Betriebsstörungen im Dampfkraftwerk bestimmt und wurde als Ausgleichsvariante zur

Anlage in Vanov durchgearbeitet. Die lange Rohrleitung und weniger günstige Lage des Speicherbeckens entwerten den Vorteil des hohen Gefälles. Trotzdem ist auch diese Anlage rentabel und als zweiter Ausbau des Speicherwerkes in Vanov gedacht.

Die Pumpspeicheranlage am Schwarzen See im Böhmerwalde

Die Möglichkeit der Ausnutzung des Schwarzen Sees als Speicherbecken wurde außerordentlich dadurch beeinträchtigt, daß der See in einer wunderschönen Gegend liegt; außerdem ist er berühmt durch seltene Lebewesen und Pflanzen, so daß er besonderen staatlichen Naturschutz genießt. Aus diesem Grunde wurde verlangt, daß durch das Projekt weder am See, noch in der waldigen Umgebung sichtbare Veränderungen hervorgerufen werden dürfen.

Daher wurden sämtliche Bauten, mit Ausnahme des Kraftwerkes, das außerhalb des Naturschutzgebietes liegt, in die Erde eingelassen und die tägliche Wasserspiegelsenkung wurde nur in den Grenzen von 5 cm, die jährliche bis höchstens 43 cm zugelassen.

Der bisherige Seeabfluß weist eine Sohlenhöhe von 1005,45 m auf; er wird durch eine Schütze geschlossen; hierbei darf man die Ausflußgeschwindigkeit 0,4 m/s nicht überschreiten. Das Wasser fließt aus dem See in ein Klärbecken und aus diesem durch einen Rechen in die Verbindungsrohrleitung, die durch eine Schütze geschlossen werden kann.

Das im Klärbecken abgelagerte Material wird durch Betätigung der Leerlaufschütze entfernt. Der normale Wasserspiegel des Schwarzen Sees wird auf Kote 1008,0 m liegen. Die Wasserstände und Schwankungen werden im Kraftwerk durch selbsttätige Fernschreibpegel gemeldet.

Die eiserne Verbindungsrohrleitung liegt 2,20 m unter dem sogenannten Horizontalwege, ist 1266 m lang und von 820 mm lichter Weite. Sie nimmt auch seitliche kleinere Zuflüsse auf und ist an der tiefsten Stelle, das ist 36,40 m unter dem Wasserspiegel des Sees, mit einem Sandfang versehen. Der Gefällverlust in der Verbindungsrohrleitung beträgt 4,65 m.

Die Verbindungsrohrleitung mündet in das runde, 3,5 m breite Wasserschloß ein. Die tiefste Stelle des Wasserschlosses ist als Sandfang ausgebildet und ist mit einem Auslaßrohr durch einen Schieber verbunden.

Der höchste Wasserstau im Wasserschlosse beim Pumpen kann die Kote 1009,16 m erreichen und wird in die Zentrale signalisiert; sonst wird sich das Wasser zwischen 1008,34 und 1001,32 m bewegen.

Aus dem Wasserschloß fließt das Wasser durch einen Schieber, automatische Klappe und Belüftungsventil in die Druckrohrleitung. Alle diese Apparate sind in einem Schacht untergebracht, welcher durch ein Ablaßrohr entwässert werden kann.

Es ist nur eine Druckrohrleitung vorhanden, welche sowohl zum Pumpen wie zur Wasserführung an die Turbine benutzt wird. Diese

Der Fußboden des Maschinenraums befindet sich über dem höchsten Wasserstande und ist gegen Feuchtigkeit isoliert.

Neben dem Elektrizitätswerk liegt das Haus für das Personal. Das Elektrizitätswerk wird mit der Bezirksstraße durch einen 3 m breiten und 400 m langen Weg verbunden.

Das feste Ausgleichswehr hält das Wasser vor den Turbinen so, daß man aus dem Becken in den Uhlavabach eine gleichmäßige Wassermenge durch eine Rohrleitung von 200 mm im Lichten ablassen kann. Der Wehrüberfall ist 19 m breit und 1,5 m hoch, so daß man mit ihm das absolute katastrophale Hochwasser von 80 m³/s abführen kann. Unter dem Überfall befindet sich das gemauerte Sturzbett. Die Wehrkrone liegt 7,50 m über der tiefsten Stelle des Flußlaufes. Die Herstellung der Fundamente war schwierig, da der Felsen sehr zerklüftet war und sich sehr tief unter dem Terrain befand.

Im Ausgleichsbecken werden 23 000 m³ Wasser zurückgehalten. Die nutzbare Wassermenge beträgt bei einer Senkung des Wasserspiegels um 2 m 14 700 m³.

Vorläufig werden zur Speicherung nur 8000 m³ ausgenutzt. Der Oberwasserspiegel des gespeicherten Wassers hat die Kote 733,50 m.

Die Menge des natürlichen Zuflusses in das obere Becken beträgt durchschnittlich im Jahre an Wochentagen 1 410 000 m³ Wasser, was einer Arbeit von 730 000 kWh und bei 486 Stunden einer Leistung von 1500 kW entspricht. Es erübrigt sich daher, daß die Turbine 6714 Stunden an Werktagen mit hochgepumptem Wasser läuft.

Für die volle Leistung der Turbine werden 2880 m³ Wasser in 1 Stunde benötigt. Die Pumpe überpumpt in 1 Stunde 1440 m³ Wasser. Daher muß die Pumpe 2 Stunden arbeiten, damit die Turbine 1 Stunde mit voller Leistung laufen kann.

Die Turbine wird daher mit voller Leistung, angetrieben durch das übergepumpte Wasser, 2238 Stunden jährlich arbeiten können, wobei die Pumpe volle 4476 Stunden pumpen muß.

Die höchste erreichbare Leistung des Wasserwerkes wird betragen:

Durch den natürlichen Zufluß

a) an Wochentagen . . . . 730 000 kWh
b) an Sonn- und Feiertagen . . . . 147 000 kWh
c) Überpumpen und Wasserspeicherung
2238 × 1500 kW = 3 357 000 kWh

Zusammen 4 234 000 kWh

Die Pumpspeicherung am Schwarzen See hat den Zweck, die Versorgung der entferntesten Gebiete der Westböhmischen Elektrizitätswerke, A.G. in Pilsen zu verbessern und die Verbrauchspitzen der Umgebung und der Städte Nýrsko und Klattau zu decken.

Die 60 kV-Fernleitung wird mit dem Wasserkraftwerk am Beraunflusse in Darová mit einer jährlichen Leistung von 2 000 000 kWh und mit dem Bergwerkselektrizitätswerk in Zbuch verbunden, welche im Jahre 1927 zusammen 9 000 000 kWh leisteten.

Das Pumpspeicherwerk bei Spindelmühle im Riesengebirge

Durch eine 21 m hoch über dem Flußbett sich erhebende Mauer wird im Weißwassergrund unterhalb der Einmündung des Teufelsbaches ein Staubecken geschaffen, dessen Stauhöhe bzw. dessen 20 m breite Überfallskante auf Kote 1009 liegt. Dieser Überlauf vermag die Katastrophenhochwassermenge von 63,3 m³/s abzuführen, ohne daß die Mauerkrone überronnen wird.

Durch die Mauer werden 163 000 m³ eingestaut. Sinkt der Stauspiegel um 14 m auf Kote 995 m, das ist bis zur Sohle des Einlaufstollens, so verbleibt im Stauraum eine nicht ausnutzbare Wassermenge von 9200 m³, mithin beträgt der nutzbare Beckeninhalt 153 800 m³, welcher für Wochenspeicherung hinreicht. Die im Stauraum des Weißwassergrundes befindliche Hütte wird verlegt und wird mit der Unterkunft für den Talsperrenwärter neu hergestellt.

Vom Staubecken führt ein Stollen von 4,54 m² im Querschnitt in die Ablaßkammer, welche im Grundriß kreisförmig mit 10 m Durchmesser ausgebildet wird. Aus der Auslaßkammer gelangt das Werkwasser durch einen abdichtenden Betonblock in einen 26 m langen Stollen mit 2 Druckrohrleitungen von 1,300 mm Durchmesser, welche 690 m lang sind und sich zum unteren Ende auf 1,100 mm im Durchmesser verjüngen. Die außerhalb des Stollens liegenden Rohrleitungen werden durch Erdanschüttung gegen Frost geschützt.

Die Wasserzuführung ist wie die der früher beschriebenen Pumpspeicheranlage mit entsprechenden Apparaten versehen.

Die Generatoren bei $\cos \varphi = 0{,}8$ leisten 6000 kW.

Der Ablaufkanal von den Turbinen und Zulaufkanal zu den Pumpen ist durch Feinrechen geschützt, der Kanal mündet direkt in das untere Ausgleichbecken, das mit dem Elbefluß durch einen Zu- und Abflußkanal verbunden ist. Das Becken ist 6 m tief und faßt 98 000 m³.

Die Wasserkraftanlage bei Spindelmühle soll einen vierstündigen Spitzenstrom von 12 000 kW an Wochentagen liefern, die Schluckfähigkeit der Turbinen beträgt 6,4 m³/s, die Tageserzeugung 48 000 kWh. Der Inhalt des Gegenbeckens entspricht 50 000 kWh.

Das obere Becken sollte aufnehmen:

1. Die maximale überpumpte Wassermenge in einer Nacht, welche entspricht . . . . 48 000 kWh
2. Die an Sonn- und Feiertagen gepumpte Wassermenge 24 000 kWh
3. Den natürlichen Zufluß von Samstag abend bis Montag früh . . . . 8 000 kWh

Im ganzen soll das obere Speicherbecken für die Erzeugung von 80 000 kWh genügen.

Aus dem natürlichen Zufluß können erzeugt werden.	7 034 300 kWh
aus dem übergepumpten Wasser	4 065 200 kWh
aus dem Dampf-Elektrizitätswerk	614 500 kWh
Es entfallen daher auf die ganze erzeugte Spitzenarbeit	11 714 000 kWh

Für das Aufpumpen von 4 065 300 m³ Wasser werden ungefähr 8 737 100 kWh fremder Nachtstrom benötigt.

Durch das Projekt der Pumpspeicherung bei Spindelmühle soll die Hochdruckwasserkraft in Verbindung mit der Pumpspeicherung ausgenutzt werden, was die höchste Leistung garantieren und die Deckung des Spitzenbedarfs ermöglichen würde. Die Nähe der Dampfzentrale in Poříč (16 km) ermöglicht die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Dampfkraftwerkes und die Ausnutzung der überflüssigen Energie der Ostböhmischen Elektrizitätswerke.

Zum Schlusse sind noch die Projekte der Pumpspeicherung bei der Wasserenergieausnutzung an der mittleren Moldau zu erwähnen, woselbst bei der ersten Gruppe der Talsperren bei Vrané, Štěchovice und Slapy im ganzen 298 000 000 kWh jährlich und bei der zweiten Gruppe der Sperren bei Zvirotice, Kamyk und Orlík im ganzen 308 000 000 kWh jährlich erzeugt werden können.

Durch diese Sperren werden 61 000 000 m³ und 136 000 000 m³ Speicherraum gewonnen, bei welchen hauptsächlich die natürlichen Zuflüsse verwendet werden, um die Grundleistung zu erhöhen und die Spitzen zu decken.

Zur Deckung der Spitzen sollen noch bei den hohen Stufen Pumpspeicheranlagen errichtet werden, welche bei jeder der beiden Gruppen der Sperren 50 000 kW, daher zusammen 100 000 kW für die Zeit von 3 Stunden täglich garantieren sollen. Zum Pumpen würde man den Nachtstrom benutzen, der durch den laufenden Abfluß in den unteren Elektrizitätswerken beider Gruppen gewonnen wird.

Résumé

Les frais d'installation élevés font qu'il n'est pas toujours satisfaisant de compléter les centrales hydrauliques par des réserves à vapeur.

D'ailleurs ces centrales de réserve ne peuvent être d'un secours utile au cas où il y aurait des avaries à la centrale hydraulique, du fait qu'il est impossible de maintenir pendant longtemps toutes les chaudières sous pression.

Les moteurs à combustion sont plus satisfaisants à ce point de vue, mais leur emploi pouvait à peine être envisagé en Tchécoslovaquie où les houilles sont abondantes, mais où les combustibles liquides font défaut. Aussi, la meilleure réserve pour des Centrales hydrauliques à débit irrégulier, s'obtient par la construction de réservoirs. C'est ce qui a conduit à la construction de réservoirs à installations de pompage, en Tchécoslovaquie, et particulièrement, en Bohême.

Le rapport s'étend sur des études qui ont été faites de la question de savoir s'il faut augmenter la charge de régime de la Centrale hydraulique de Schreckenstein au moyen de réserves à vapeur, si on la relie à une installation de réservoir à pompage.

On a projeté des installations de réservoirs à pompage analogues à celle du lac Noir, dans le Böhmerwald (Bohême), à Spindelmühle dans le Riesengebirge au grand barrage à Stechovice sur la Moldave, puis au barrage de Königreichwalde sur l'Elbe, et leurs dimensions principales sont données.

L'installation du lac Noir est en construction, les autres en préparation.

Nr. 363

Schweden

Energiebeschaffung und Energiewirtschaft der Stadt Stockholm

Schwedisches Nationalkomitee

R. Dahlander

Der Naturverhältnisse Schwedens wegen muß die Energiewirtschaft dieses Landes hauptsächlich auf Wasserkraft aufgebaut werden. Im folgenden wird deshalb hauptsächlich von Wasserkraft gesprochen.

Die Wasserkraft Schwedens ist so verteilt, daß in den südlichen Teilen des Landes, welche seit alten Zeiten Götaland und Svealand genannt werden, kein eigentlicher Überfluß davon vorhanden ist, während der überwiegende Teil oder ungefähr 75% der ganzen auszubauenden Wasserkraft des Landes, die gegenwärtig auf ungefähr 6500000 kW geschätzt wird, in dem großen Teil des Landes liegt, der Norrland genannt wird. Von den Einwohnern leben aber nur 18% in diesem nördlichen Teil. Wegen der sehr bedeutenden Entfernungen — die Gesamtlänge des Landes von Norden nach Süden ist ungefähr 1600 km — ist eine Überführung von Energie von Norden nach Süden ein sehr ernstes Unternehmen, das noch nicht zur Ausführung gekommen ist, obgleich solche Anlagen schon seit langer Zeit geplant wurden.

In den südlichen Teilen, wohin auch die Hauptstadt Stockholm gehört, gibt es vorläufig noch genügend Wasserkraft, sowohl für die Industrie wie für den Bedarf der Städte, der Dörfer und der Landwirtschaft, aber für die in den kommenden Jahrzehnten zu erwartende Entwicklung wird Überführung von Norden her erforderlich sein. Es muß als selbstverständlich betrachtet werden, daß die Elektrizitätswerke Schwedens mit Wasserkraft betrieben werden. Die meisten und besonders die kleineren Städte kaufen gewöhnlich ihre Energie von einer der größeren Wasserkraftunternehmungen, von denen die staatliche Kraftwerksverwaltung und die Sydsvenska Kraft-A.-B. die bedeutendsten sind. Eine kleinere Anzahl von Elektrizitätswerken und darunter vor allem das Stockholmer Werk haben es jedoch vorgezogen, durch den Erwerb von eigener Wasserkraft und den Bau von eigenen Wasserkraftwerken sich eine selbständigere Stellung zu schaffen, und erwarten sich auch davon für die Zukunft den Vorteil, besonders billige Kraft zu erhalten, wenn die Zeit so weit ist, daß die Anlagekosten getilgt sind.

In manchen anderen Ländern, wo die Wasserkraft nicht nur außerordentlich reichlich ist, sondern wo auch die Wasserfälle, gewöhnlich

wegen ihrer großen Fallhöhen, zu sehr niedrigen Kosten ausgebaut werden konnten, ist es als selbstverständlich angesehen worden, daß der ganze Bedarf der Distributionswerke von Leistung und Energie mittels Wasserkraft gedeckt werden soll. Reservewerke für Dampf oder andere Wärmeenergie werden in diesen Ländern daher in der Regel nicht verwendet, sondern es wird für Reserve und Spitzendeckung durch Zusammenschaltung und Verbundwirtschaft bzw. durch größeres Ausbauen der Wasserkraft gesorgt. In manchen Fällen hat man die während des Winters erforderliche Mehrleistung durch Aufspeicherung von Wasser in Talsperren erhalten. In Schweden und besonders in der südlichen Hälfte des Landes, von der jetzt die Rede ist und in der allein die Wasserkraft bis jetzt in größerer Ausdehnung zur Verwendung gekommen ist, liegt die Frage anders. Die Knappheit an Wasserkraft nebst den ziemlich großen Kosten für den Ausbau derselben haben die Anlage von Wärmekraftwerken für Reserve und Spitzenbelastung veranlaßt. Wegen der hellen Sommer- und der langen, dunklen Wintertage ist der Unterschied zwischen Winter- und Sommerbelastung in Schweden an Werken, die zum großen Teil Strom für Beleuchtungszwecke liefern, gewöhnlich größer als in südlicheren Ländern. Es ist ferner hervorzuheben, daß die Kohlenpreise in Stockholm verhältnismäßig niedrig sind wegen der Wasserfracht, besonders auch deshalb, weil die Kohlendampfer gewöhnlich auf der Rückreise Holzwaren von Norrland mitführen. In Svealand sowohl wie in Norrland ist auch die Wassermenge der Flüsse im Winter am geringsten, gerade wenn die Belastung am größten ist. Wegen aller dieser Umstände ist diese Vereinigung von Wasserkraft und Dampfkraft für Schweden natürlich und wirtschaftlich.

Der der Stadt Stockholm am nächsten gelegene größere Fluß ist der Dalälf, der dem oberen Dalekarlien in zwei Teilen entrinnt, welche sich dann zu einem Fluß vereinigen, der, wie die Landkarte, Abb. 1, zeigt, etwa 150 km nördlich von Stockholm in die Ostsee mündet. Die gesamte Fallhöhe des Dalälfes von den Quellen bis zum Meere ist etwa 250 m. Von den vielen wertvollen Fällen, die der Fluß bildet, sind die meisten im Besitz großer Industriegesellschaften, deren Fabriken in dem an Industrie, besonders Eisen- und Stahlindustrie, so reichen Teil des südlichen Dalekarlien und nördlichen Västmanland, genannt Bergslagen, gelegen sind. Der dem Meere zunächst gelegene Fall im Dalälf, der Älfkarlebyfall, mit einem Gefälle von ca. 20 m, ist im Besitz des Staates, welcher hier ein bedeutendes Kraftwerk angelegt hat. Die durchschnittliche Wassermenge des unteren Dalälfes ist ungefähr 350 m³/s, aber der natürliche Ablauf wechselt sehr. Bevor Wasserregelung zustande kam, konnte das Winterminimum im Februar bis März ausnahmsweise bis zu 60 m³/s heruntergehen, während die Hochwassermenge bei der Frühjahrsflut im April bis Mai 2000 m³/s übersteigen kann.

Im Jahre 1905 erwarb die Stadt Stockholm durch Kauf einige Fälle im unteren Teil des Dalälfes, welche zusammen den Namen der Untrafall bekommen haben. Zwischen diesen und dem Älfkarlebyfall liegt nur ein Fall, nämlich Lanforsen. Von diesem ist die Stadt später der

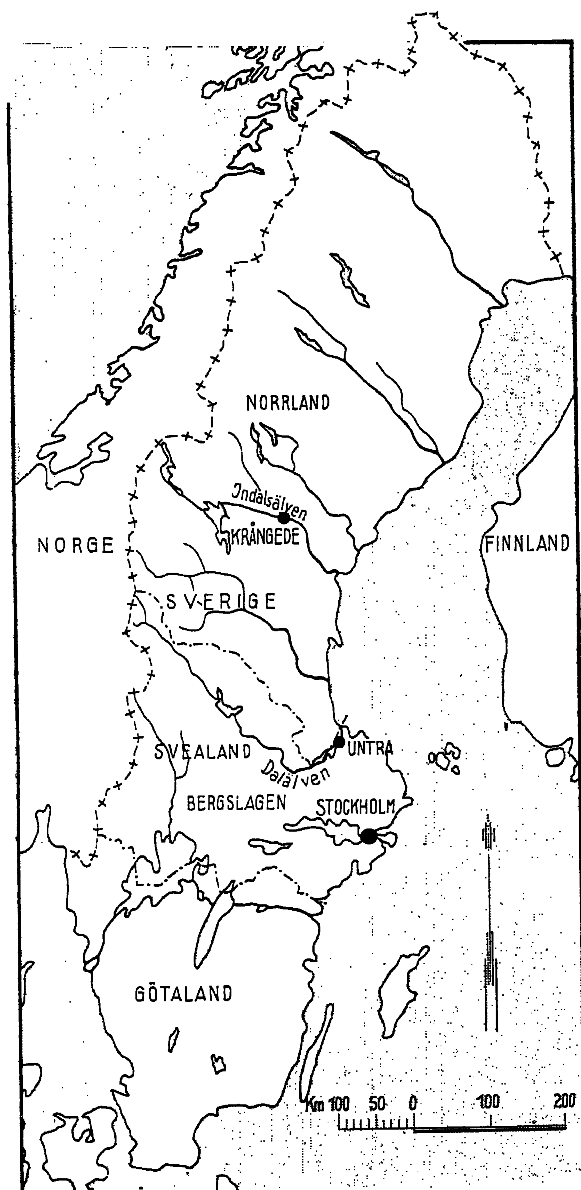

NORRLAND
Indalsälven
KRÅNGEDE
NORGE
FINNLAND
SVERIGE
SVEALAND
UNTRA
Dalälven
BERGSLAGEN
STOCKHOLM
GÖTALAND
Km 100 50 0 100 200

Abb. 1.

größte Teilhaber geworden. Zur Ausnutzung des Untrafalles wurde in den Jahren 1912 bis 1919 ein Kraftwerk, das Untrawerk, aufgeführt, dessen Ausführung natürlich durch die vom Krieg hervorgerufenen Schwierigkeiten verzögert wurde, wie auch die Kosten eine Steigerung erfuhren.

Wie aus dem Plan, Abb. 2, hervorgeht, ist das Terrain bei Untra insofern ungünstig, als der Fluß dort in verschiedene Arme geteilt ist, was mehrere Dammbauten nötig gemacht hat. Auch Umwallungen von einer Gesamtlänge von 7 km mußten ausgeführt werden, zwischen welchen das Wasser dem Kraftwerk auf einem neuen Weg zugeführt wurde, wodurch oberhalb des Kraftwerkes ein kleiner, künstlicher See gebildet wurde. Eine andere Schwierigkeit, die zu überwinden war, bestand im Flößen. Auf dem Daläl̈f sowohl wie auf den meisten großen Flüssen Schwedens wird das Holz in großen Mengen durch Flößen von den Wäldern bis zum Meere befördert. Die Holzindustrie Schwedens ist eine der ältesten und bedeutendsten des Landes und die technischen Einrichtungen für das Flößen sind durch Gesetze geschützt. Um den Ansprüchen des Flößens Genüge zu leisten, mußten sehr kostbare Vorrichtungen beim Bau des Kraftwerkes ausgeführt werden.

Das Kraftwerk Abb. 3 hat hauptsächlich folgende Daten:

Das Niederschlagsgebiet des Dalälfs, am Werk gerechnet ca. 28,800 km²
Der Wasserspeicher des Werkes, d. h. das stille Wasser zwischen Untra und dem oben gelegenen Falle, hat einen Flächeninhalt von .... ,, 8,5 ,,
Der jährliche durchschnittliche Ablauf des Dalälfs für 1 s mindestens .... ca. 180 m³
Der jährliche durchschnittliche Ablauf des Dalälfs für 1 s durchschnittlich .... ,, 352 ,,
Der jährliche durchschnittliche Ablauf des Dalälfs für 1 s höchstens .... ,, 677 ,,

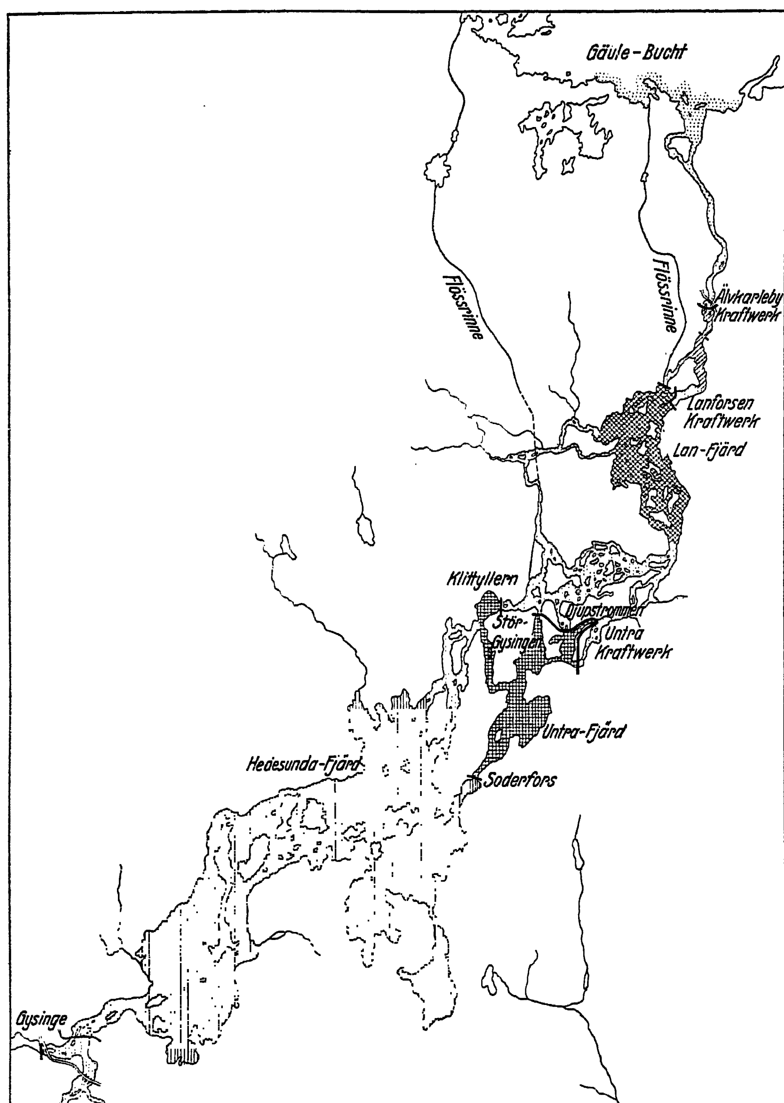
Die Fallhöhe wechselt zwischen 12,35 und 15,3 m.
Installierte Turbinen = 4 Stück à 10000 PS.
Platz für ferner 1 ,, à 10000 ,,
Umdrehungen der Turbinen = 125/min.
Die Länge der Kraftleitung nach Stockholm = 132,6 km.
Anzahl der Eisenmaste = 761 Stück.

Die Maste tragen je 2 Linien mit ursprünglich je 3 × 50 mm² Kupferseilen. Eine Linie ist aber jetzt umgebaut zu 3 × 70 mm².
Höchste Überführungsspannung bei Untra = 100000 V.

Das Werk soll nach ausgeführten Berechnungen mit 5 Turbinen in Stockholm liefern können:

In Niederwasserjahren.................. 140000000 kWh
,, Mittelwasserjahren.................. 203000000 ,,
,, Hochwasserjahren .... 240000000 ,,

Das Untrawerk wurde im Dezember 1918 in Betrieb genommen. Von 1919 an ist der Energiebedarf der Stockholmer Elektrizitätswerke



Gäule-Bucht
Flössrinne
Flössrinne
Älvkarleby Kraftwerk
Lanforsen Kraftwerk
Lan-Fjärd
Klittyllern
Djupströmmen
Stör-Gysingen
Untra Kraftwerk
Untra-Fjärd
Hedesunda-Fjärd
Soderfors
Gysinge

Abb. 2.

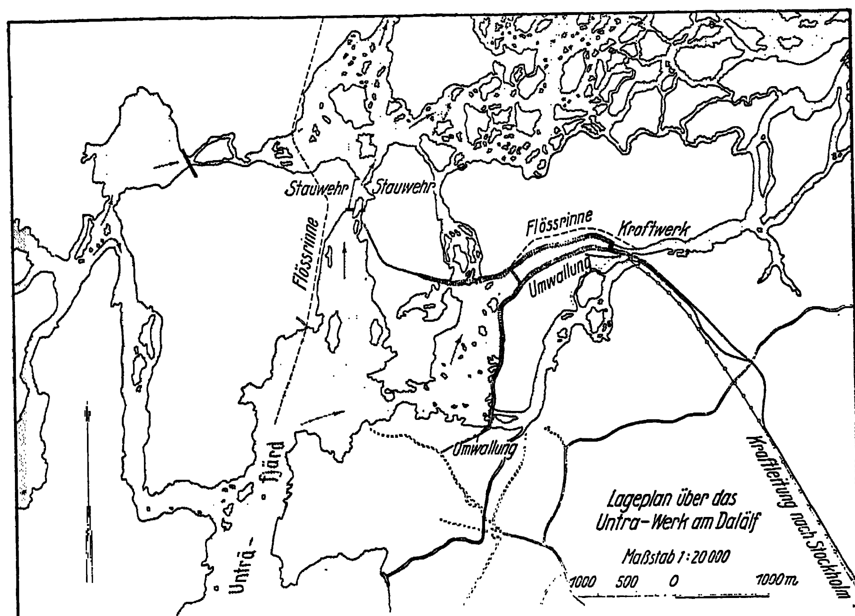


Abb. 3.

zum größten Teil durch Wasserkraft vom Untrawerk gedeckt worden. Das Verhältnis zwischen Dampfkraft- und Wasserkraftenergie in Stockholm, die Belastung des Elektrizitätswerkes usw. während verschiedener Jahre geht aus nachstehender Tabelle hervor:

	1920	1922	1924	1926	1927	1928
Erzeugte Dampfkraftenergie in 1000 kWh	5042	5900	8430	28055	15889	33840
Empfangene Wasserkraftenergie in 1000 kWh	77823	87651	118992	132380	153901	157227
Dampfkraft in % der totalen Energie	6,1	6,3	6,6	17,5	9,3	17,7
Maximalbelastung in kW ..	30300	32300	42400	50900	54300	60400
Kohlenverbrauch in t	12821	8572	11274	37308	20440	36277

Wenn genügend Wasser im Daläf vorhanden ist, ist die von dem Untrawerk in Stockholm zu erhaltende Leistung ca. 25000 kW. Bei Wassermangel kann dieselbe jedoch ungefähr auf die Hälfte heruntergehen. Das Dampfkraftwerk muß also während der Maximalbelastungsperiode den größten Teil der Leistung liefern, obgleich die Wasserkraft früher mehr als 90% und in den letzten 3 bis 4 Jahren durchschnittlich ungefähr 85% sämtlicher Energie geliefert hat. Das Diagramm Abb. 4 zeigt für das Jahr 1928 das Zusammenwirken zwischen Wasserkraft und Dampfkraft. Das Dampfwerk dient ja auch als Reserve bei evtl. Störungen

in der Zuführung von Wasserkraftenergie. Solche sind jedoch sehr selten vorgekommen. Die Kraftleitung hat sich als besonders betriebssicher erwiesen, indem während der Jahre 1919 bis 1928 nur 4mal Betriebsstörung durch Linienfehler vorgekommen ist.

Die größte Gefahr für die Betriebssicherheit der Lieferung von Wasserkraftenergie liegt in der Grundeisbildung beim Kraftwerk, welche mitunter im November und Dezember entsteht, bevor die Kälte so stark geworden ist, daß sich Flächeneis gebildet hat. Es ist seit 1919 7mal vorgekommen, daß der Betrieb des Werkes einige Stunden oder einen ganzen Tag wegen der Grundeisbildung aufgehört hat.

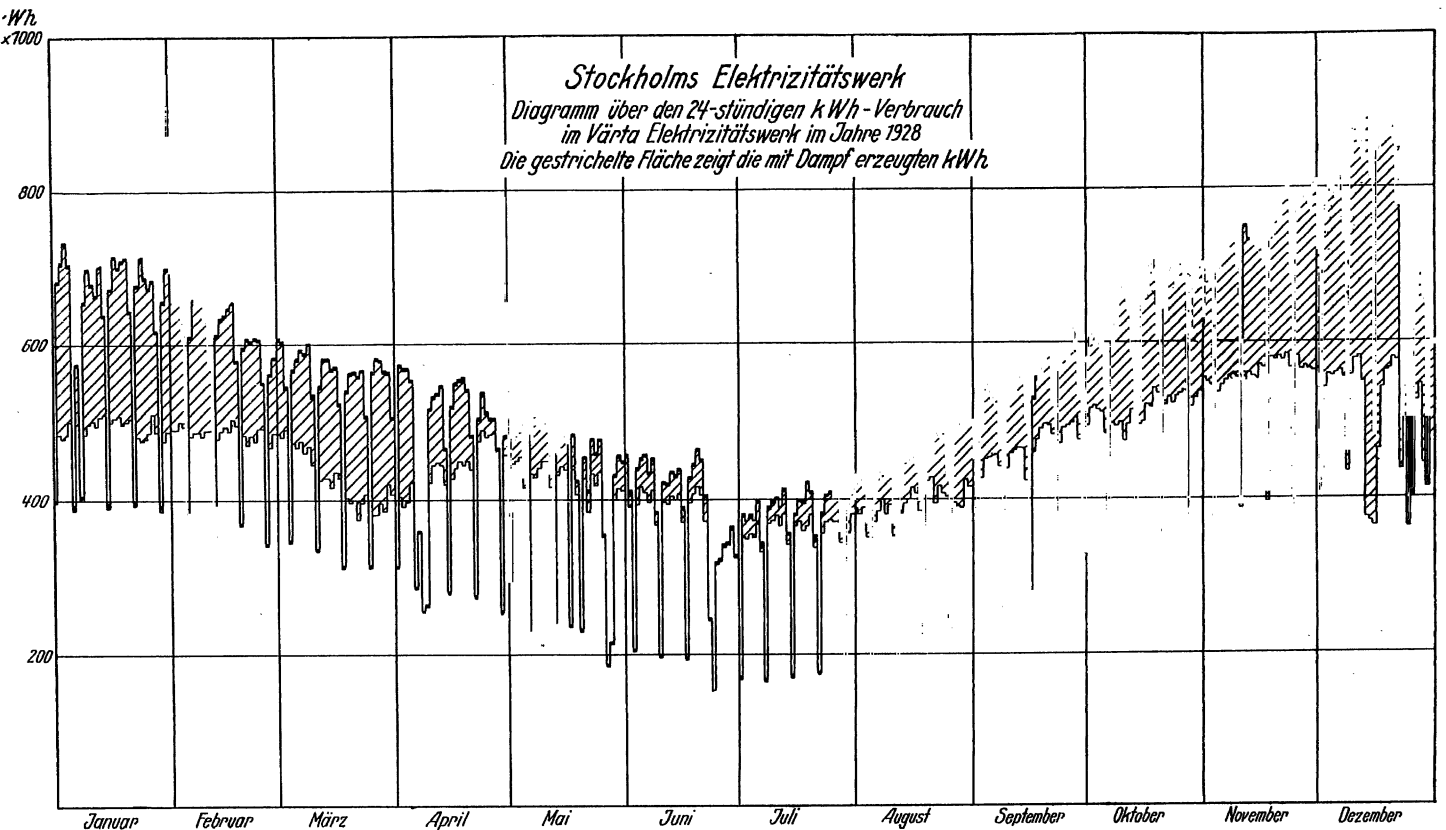
Teils um eine größere Leistung und größere Möglichkeiten zur Wasseraufspeicherung zu gewinnen, teils auch um größere Sicherheit gegen Grundeisbildung zu erlangen, hat schon lange der Wunsch bestanden, die Wasserfläche oberhalb des Kraftwerkes um 1 bis 2 m aufzustauen. Bis jetzt ist es jedoch nicht möglich gewesen, weiter zu kommen als zu einer Erlaubnis, provisorisch jeden Winter seit dem Herbst 1923, nachdem das Flößen des Jahres aufgehört hat, die Wasserfläche um 50 cm zu erhöhen.

Auch diese geringe Aufstauung hat beachtenswerte Vorteile herbeigeführt und die Wasserwirtschaft in den Wintermonaten bedeutend verbessert, da Wasser nachts hat aufgespeichert werden können, um damit am Tage die Wassermenge zu vergrößern.

Hinsichtlich der in der Tabelle angegebenen Zahlen des Kohlenverbrauches ist zu bemerken, daß derselbe ziemlich hoch ist für 1 ausgenutzte kWh, teils wegen der für Reserve- und Bereitschaftshaltung erforderlichen Kohlenmenge, teils auch weil es sich selbstverständlich bei einem Dampfwerk, das so kurze Ausnutzungszeit hat, nicht lohnt, die teueren Anlagen auszuführen, mit denen der kleinste Kohlenverbrauch für 1 kWh zu erhalten ist. Dieser Verbrauch für 1 kWh hat sich jedoch mit den Jahren verringert und wird weiter heruntergehen, je nachdem das Werk erweitert und modernisiert wird. So erfolgt momentan ein Austausch eines alten Dampfturbinengenerators von 6000 kW gegen eine neue Stal-Turbine (Ljungström) von ca. 20000 kW, und es ist beabsichtigt, im nächsten Jahr noch einen solchen Austausch vorzunehmen.

An dem Dampfkraftwerk (Värtan) in Stockholm, wo die Untraenergie empfangen wird, ist ein kleiner elektrischer Dampfkessel montiert, der die Aufgabe hat, besonders während derjenigen Jahreszeit, wenn die Wasserkraft ziemlich reichlich ist, durch Warmhalten der in Reservebereitschaft stehenden Dampfkessel die Kosten für diese Reserve zu vermindern. Im Durchschnitt sind durch diesen Kessel rd. 2000 t Kohlen jährlich eingespart worden.

Durch Berechnungen wurde festgestellt, daß mit den hier waltenden Verhältnissen aus ökonomischen Gründen Wasserkraft in solcher Ausdehnung vorhanden sein soll, daß die Leistung der Wasserkraft ungefähr der Hälfte der ganzen Maximalbeslastung des Werkes entspricht. Natürlich ist es aus nationalen Gründen wünschenswert, Wasserkraft, soweit es wirtschaftlich angebracht ist, zu verwenden. Aus der Tabelle geht hervor, daß im Jahre 1928 die Maximalbelastung ca. 60000 kW



Stockholms Elektrizitätswerk
Diagramm über den 24-stündigen kWh-Verbrauch
im Värta Elektrizitätswerk im Jahre 1928
Die gestrichelte Fläche zeigt die mit Dampf erzeugten kWh
·Wh
x1000
800
600
400
200
Januar
Februar
März
April
Mai
Juni
Juli
August
September
Oktober
November
Dezember

Abb. 4.

war, was bedeutend mehr ist als das zweifache der höchsten Leistung des Untrawerkes, 25000 kW. Da sich die Belastung des Werkes in steter Zunahme befindet, muß baldmöglichst mehr Wasserkraft beschafft werden.

Wie früher erwähnt, ist der Ablauf im Dalälf sehr verschieden und der Unterschied zwischen Maximum und Minimum höchst bedeutend. Da es in dem Fluß mehrere Seen gibt, ist es natürlich eine wichtige Aufgabe gewesen, durch Dämme und Wasseraufspeicherung zu versuchen, den größtmöglichen Ausgleich zu erreichen, vor allem dadurch, daß man versuchte, soviel wie möglich von der Frühjahrsflut zurückzuhalten, da sonst viel Wasser ohne Nutzen abläuft. Nach jahrelangen Vorberei-

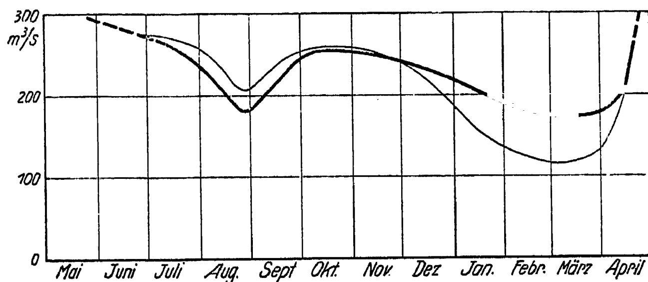


Abb. 5.

tungen wurde im Jahre 1916 ein Verein gebildet, Dalälvens Reglerings-förening, dem die Besitzer aller bedeutenden Fälle, sowohl die Industrieunternehmen wie der Staat und die Stadt Stockholm, beitraten und sich laut den Bestimmungen verbanden, für die Ausführung von Wasserregulierungsunternehmen zu arbeiten und die damit verbundenen Kosten im Verhältnis zur Fallhöhe zu teilen. Seitdem ist die Regulierung von 9 Seen zustande gekommen, von welchen besonders der größte von allen, der wegen seiner Naturschönheit berühmte Siljan zu erwähnen ist. Die Wirkung von bisher vorgenommenen Regulierungen geht aus den Diagrammen Abb. 5 hervor, welche den Ablauf während eines Durchschnittsjahres vor und nach der Regulierung zeigen. Prozentual ist der Gewinn ja nicht allzu bedeutend, aber doch wertvoll. So wird für sämtliche im Jahre 1930 ausgebaute Fälle der totale Gewinn in kWh/Jahr auf rd. 100 Mill. im Werte von etwa 0,4 Öre/kWh geschätzt. Es soll bemerkt werden, daß die Seen zum großen Teil niedrige Ufer mit teilweise bebautem Boden haben, weshalb die Stau- und Regulierungshöhe ziemlich niedrig werden mußte. Beispielsweise ist im Siljan der Unterschied zwischen dem festgestellten höchsten und niedrigsten Wasserstand 1,88 m.

Es wurde eben betont, daß das Stockholmer Elektrizitätswerk bald einen neuen Zuschuß von Wasserkraft braucht, da das Untrawerk allein nicht länger hinreichend ist. Dieser Zuschuß ist auch im Jahre 1930 zu erwarten. Der erwähnte Lanforsen, zunächst unterhalb dem Untrawerk gelegen, war seit einigen Jahrzehnten im Besitz eines der

bedeutendsten Stahlwerke des Landes, Sandvikens Jernverks Aktiebolag, welche Firma vor einigen Jahren den Fall auszubauen begann. Im Jahre 1926 wurde eine Vereinbarung zwischen der Stahlwerksgesellschaft und der Stadt Stockholm getroffen, wodurch die Stadt als Teilhaber mit $^2/_3$ eintrat und die Firma $^1/_3$ behielt. Die beiden Teilhaber sollen in demselben Verhältnis Energie erhalten. Laut späterer Vereinbarung wird die Stadt die ersten 4 Jahre nur die Hälfte der Energie bekommen, was für die Stadt vorläufig am vorteilhaftesten

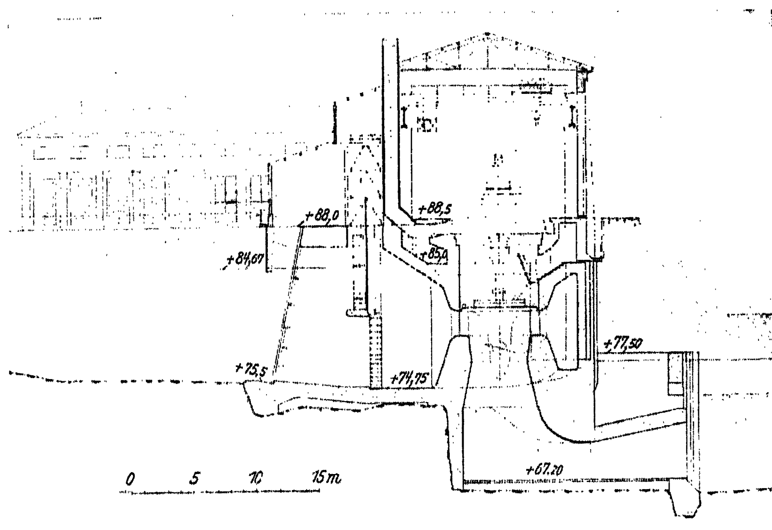


Abb. 6. Kraftwerk Lanforsen. Querschnitt.

ist. Voraussichtlich wird das Lanforswerk im Herbst 1930 in Betrieb kommen. Die ausgenützte Fallhöhe ist ca. 9 m, aber man beabsichtigt dieselbe durch Aufstauen im stillen Wasser zwischen Lanforsen und dem Untrawerk noch mehr zu erhöhen.

Die wichtigsten Daten betr. des Lanforswerkes sind folgende:

Das Kraftwerk, dessen Aussehen aus dem Querschnitt Abb. 6 hervorgeht, hat folgende hauptsächliche Daten:

Das Niederschlagsgebiet des Dalälfs = 30000 km².

Die Wassermenge beim Kraftwerk ist dieselbe wie beim Untrawerk.

Die Fallhöhe wechselt zwischen 7,5 bis 9 m.

Es werden jetzt 2 Kaplanturbinen von je 13000 PS aufgestellt. Es ist Platz genug für noch 2 Maschinenaggregate. Die Tourenzahl der Turbinen ist 94/min. Die im Kraftwerke erzeugte Energie soll teils nach Stockholm, teils nach Sandvikens Jernverk übertragen werden. Die Übertragungsspannung der Stockholmer-Leitung ist 100000 V und die der Sandviken-Leitung 70000 V. Mit 2 aufgestellten Maschinenaggregaten dürfte das Kraftwerk folgende Energiemengen abgeben können:

während trockner Jahre ...... 135000000 kWh/Jahr
„ nasser „ ...... 157500000 „

und voll ausgebaut dürfte sich die Lieferung ab Werk belaufen können auf:

während trockner Jahre ...... 180000000 kWh/Jahr
„ nasser „ ...... 255000000 „

Zwischen dem Untrawerk und dem Lanforswerk liegt ein stilles Wasser, Lanfjärden, mit einer Fläche von ca. 10 km². Das stille Wasser (Fjärd) oberhalb des Untrawerkes (Untrafjärd) hat eine Fläche von etwa 8,5 km². Unterhalb des Lanforsen liegt, wie oben erwähnt, das Älfkarlebywerk des Staates. Da dieses Werk, wie auch das Stockholmer Elektrizitätswerk, sowohl an Industrien wie auch für bürgerlichen Bedarf Strom liefert, das letztere an eine große Menge Städte und Dörfer, ist die Belastungskurve nicht gar zu abweichend von der des Stockholmer Elektrizitätswerkes. Für die diesbezüglichen Unterschiede zwischen dem Älfkarleby- und dem Lanforswerk, besonders mit Rücksicht auf den nächtlichen Wasserkraftbedarf des Sandvikens Jernverk, ist die Möglichkeit zum Ausgleich mittels eines stillen Wassers zwischen diesen beiden Kraftwerken vorhanden. Zunächst oberhalb des Untrafjärd liegt ein kleinerer Fall, der Söderforsfall, mit einer Fallhöhe von ca. 5 m, welcher von einer anderen Eisenwerksgesellschaft besessen wird. Dieser Fall ist bis jetzt nur sehr unvollständig ausgebaut, und die Frage einer vollständigen Ausnutzung ist unter Diskussion. Oberhalb dieses Falles liegt eine große ruhige Wasserfläche, der Hedesundafjärd, mit einer Fläche von 80 km². Aus diesen Tatsachen ist zu ersehen, daß große Möglichkeiten für eine rationelle Wasserwirtschaft in diesem Teil des Dalälfs vorhanden sind. Der Anfang ist gemacht mit der obengenannten provisorischen Winterstauung um 0,5 m im Untrafjärd und der Tagesregulierung, welche in Verbindung damit ausgeführt worden ist. Ferner ist eine Vereinbarung getroffen worden zwischen der Lanforsgesellschaft und der staatlichen Wasserfallverwaltung als Besitzerin des Älfkarlebywerkes über Wasserwirtschaft laut festgestelltem Plan mittels Aufstauung und Tagesregulierung im Lanfjärd. Zwecks Tages- und evtl. Wochenregulierung im Hedesundafjärd wird voraussichtlich eine Vereinbarung zwischen den unten liegenden Werken bei Älfkarleby, Lanforsen, Untra und Söderfors zustande kommen. Die Stadt Stockholm als Besitzerin des Untrawerkes und des größeren Teiles des Lanforswerkes wird also in Zukunft recht günstige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Wirtschaft und Ausnutzung des Wassers während der Jahreszeiten haben. Durch die Jahres- und Tagesregulierung, die bis jetzt zustande gekommen ist, dürfte man eine Kohlenersparnis von durchschnittlich rd. 15000 t/Jahr erreicht haben. Wenn der Lanfjärd reguliert sein wird, wird diese Zahl bedeutend wachsen.

Man beabsichtigt zwecks Überführung der Lanforsenergie nach Stockholm eine besondere Kraftleitung zu bauen, deren Endpunkt an einen Platz im südlichen Teil Stockholms verlegt werden soll, wo ein neues Dampfkraftwerk geplant wird. Provisorisch hat man es aber so geordnet, daß die Energie vom Lanforswerk während der ersten Jahre auf der einen

Hälfte der Untraleitung zu dem jetzigen Dampfkraftwerk bei Värtan geführt wird. Die Untraenergie wird dann während dieses Provisoriums nur durch 3 Kupferseile anstatt der bisherigen 6 überführt; zu diesem Zweck hat ein Austausch dieser 3 Seile gegen neue von 70 mm^2 Querschnitt stattgefunden.

Der Verbrauch von elektrischer Energie in Stockholm hat in den letzten 5 Jahren im Durchschnitt um ca. 12% zugenommen, und die Zunahme steigt noch immer. Der Konsum für 1 Einwohner war im Jahre 1928 328 kWh. Aus der oben gegebenen Tabelle geht hervor, daß die Maximalbelastung des Werkes im Durchschnitt um etwa 4000 kW/Jahr während 8 Jahren zugenommen hat. Falls sich dieses fortsetzt und man das ungefähre Verhältnis zwischen Wasserkraft und Dampfkraft wie jetzt behalten will, ist es klar, daß in einigen Jahren außer den Untra- und Lanforswerken noch fernerer Zuschuß von Wasserkraft beschafft werden muß. Im Dalälf ist jedoch kein passendes Objekt mehr zu erlangen. Um einen geeigneten Fall zu erreichen, ist es nötig, weiter nördlich zu gehen bis zum Indalsälf, dessen Lage auf dem Plan zu sehen ist. Dieser Fluß hat ungefähr dieselben Ablaufsverhältnisse wie der Dalälf.

Schon im Jahre 1920, also bevor die Stadt Anteile am Lanfors hatte, kaufte die Stadt einen Fall im Indalsälf, nämlich den Svarthålsforsen, mit einer Fallhöhe von etwa 15 m. Dieser Fall, in einer Entfernung von etwa 425 km von Stockholm, hat also ungefähr dieselbe Größe wie der Untrafall. Der Ausbau dieses Falles ist indes aufgeschoben, nachdem die Stadt im Jahre 1929 Teilhaber des Krångedefalles wurde, des bedeutendsten Falles dieses Flusses.

Der Krångedefall, dessen Lage aus der Landkarte ersichtlich ist und dessen gesamte Höhe ungefähr 65 m ist, liegt etwa 35 km oberhalb des Svarthålsforsen, und zwischen diesen beiden liegt nur ein Fall, Hammarforsen, der ausgebaut ist. Der Krångedefall ist nicht nur der bedeutendste Fall des Indalsälfes, sondern auch der günstigste in bezug auf die Baukosten. Die natürliche Wassermenge wechselt zwischen 50 und 1750 m^3/s, aber Wasserregulierungen können mit Vorteil vorgenommen werden, wodurch ein bedeutender Ausgleich erreicht werden kann. Bei vollem Ausbau für ca. 280 m^3/s erhält man eine Gesamtleistung von ca. 130000 kW. Dank der günstigen wasserbautechnischen Verhältnisse rechnet man darauf, bei einigermaßen vollständiger Ausnutzung der Anlage die Energie von Krångede trotz der weiten Entfernung in Stockholm zu einem Preis für 1 kWh überführt zu erhalten, der nicht unbedeutend niedriger ist als der von den näher gelegenen Untra- und Lanforswerken. Um ein solches Resultat zu erreichen, müssen selbstverständlich mehrere Interessenten zusammenarbeiten, um genügende Kraftmengen zu bekommen.

Die Aktien der Gesellschaft, welche den betr. Wasserfall besitzt, wurden 1916 von einigen großen Industriewerken in Bergslagen übernommen. Anfang des Jahres 1929 wurde der Stadt Stockholm Gelegenheit geboten, 60 Aktien oder, da die Summe der Aktien 350 ist, etwa 17% zu übernehmen, womit das Recht auf Energie in demselben Verhältnis verbunden ist.

Es ist wahrscheinlich, daß die Gesellschaft bald den Fall im ersten Stadium ausbauen und in Verbindung damit eine Kraftleitung nach Bergslagen anlegen wird mit Verzweigungen nach denjenigen Industrien, die Teilhaber der Gesellschaft sind. Es wird auch vorgesehen, in Zukunft die Energie vom Svarthålsforsen durch die Leitungen der Krångedegesellschaft überführen zu können. Durch Verwirklichung der Projekte der Krångedegesellschaft wird der erste Schritt getan zur Überführung der riesigen Energievorräte Norrlands nach den dichter bebauten Teilen des Landes. Es ist anzunehmen, daß die Überführung in Zukunft durch mehrere Leitungen erfolgen wird. Ein bedeutender Teil der besten Wasserfälle, sowohl im Indalsälf wie in den nächsten nördlich davon gelegenen großen Flüssen, ist Eigentum des Staates, und die staatliche Wasserfallverwaltung hat auch seit vielen Jahren Anlagen zur Ausnutzung und Überführung von Energie nach Süden projektiert. Eine Zusammenarbeit zwischen dem Staat und der Krångedegesellschaft betreffs dieser Fragen ist zu erwarten. Ferner ist eine Zusammenarbeit zwischen der staatlichen Wasserfallverwaltung und der Stadt Stockholm über die schon getroffenen Vereinbarungen bezüglich der Älfkarleby- und Lanforswerke hinaus zu erwarten.

Wie aus dem Obigen hervorgeht, hat die Stadt Stockholm jetzt für ihre Energiebeschaffung während der einigermaßen zu überblickenden Zeit und wahrscheinlich für wenigstens 15 bis 20 Jahre gesorgt.

Die Wasserkraftfragen der Stadt Stockholm bieten viel Interessantes sowohl in bezug auf das, was schon ausgeführt oder unter Ausführung ist, wie auch betreffs der noch auszuführenden Projekte und derjenigen Probleme, die noch auf ihre Lösung warten. Ein Studium dieser Fragen gibt auch einen Einblick in die Verhältnisse, die überhaupt mit Energiewirtschaft größeren Maßstabs in Schweden verbunden sind.

Summary

In Sweden there is about 6500000 kW of water-power which can profitably be utilized. Of this about 75% is in the northern part, Norrland, which, however, contains only 18% of the total population. In the southern part, where Stockholm is situated, practically all the available water-power has been utilized. In Sweden the most economical way of organizing power-supply on a more extensive scale is to use water-power as the basic source and steam-power for peak loads. Most Swedish electricity works purchase their energy from water-power systems, either state or private owned. The City of Stockholm has adopted an independent attitude, preferring to build its own power stations. At the present time the Stockholm Electricity Works gets the major part of the energy it requires from the power station at Untra on the Dalälvenriver about 130 km north of the city. The fall height (at Untra) is 12,35 to 15,3 m, the drainage area about 28,800 km², and the annual discharge on an average 352 m³ per second. The terrain about Untra is very unfavourable and it has been necessary to erect several dams and long earth walls. Timber floating on the river has necessitated expensive arrangements. Four turbines, each developing 10000 HP, have been installed and there is room for a fifth unit. The Untra plant was taken into use in December 1918 and has, since then, supplied 94 to 82% of the City Electricity Works' requirement of energy. The balance is supplied by the steam power plant in the

Värtan Harbour near Stockholm. The maximum load of the electricity works now exceeds 60 000 kW. In winter, when the maximum occurs, the discharge of water is limited and it is not possible to obtain more than about 13 000 kW from Untraverket, instead of normally 25 000 kW. In the article a description is given of the measures which have been taken to improve the water supply, partly by 24-hour regulation in the still water above Untraverket, partly by extensive hydraulic regulations in the larger lakes within the drainage area of the river, which have been carried out by an association formed by the owners of the larger falls. The gain arrived at by the hydraulic regulations in the lakes is estimated for 1930 to amount to approximately 100×10^6 kWh, at a price of about 0,4 öre/kWh. The power from Untra is transmitted to Stockholm by a 100 000 V power line. The reliability of operation has proved very good.

The next fall below the Untraverket is Lanforsen. This is owned by a company in which the City of Stockholm holds $^2/_3$ of the shares, thus being entitled to dispose of $^2/_3$ of the power. The power-site is now being developed and the new power plant is expected to commence operation in the autumn of 1930. The fall height is 7.5 to 9 m. At present two Kaplan turbines developing each 13 000 HP are being installed and there is room for another two. A special 100 000 V power line to Stockholm is being planned, but until this materializes the power will be transmitted over one of the two three-phase circuits of the Untra line.

The consumption of energy in Stockholm has increased during the past few years by about 12% a year and the maximum demand by about 4000 kW a year. Additional water power will no doubt soon be required. The City has, therefore, recently purchased waterfalls in the river Indalsälven about 425 km north of Stockholm and has acquired partownership of a company which owns the big Krångede waterfall in this river. The fall height is about 65 m and the site will probably be developed for an ultimate capacity of about 130 000 kW. All the power from this plant is intended for delivery further south, partly to large industries in the districts immediately north and west of Stockholm, and partly to the City of Stockholm itself. On account of favourable circumstances, as to the hydraulic construction, it is expected that the power from Krångede, in spite of the great distance, will be cheaper in Stockholm than that obtained from the Untra and Lanforsen plants.

In this way the City of Stockholm has made provision to meet its requirements of energy during the next 15 to 20 years.

New Zealand

Waikaremoana Power Development

New Zealand Government

F. T. M. Kissel

Situated away back in the Huiarau Range, about 22 miles inland from the Northern shore of Hawke Bay and at an elevation of 2015 feet, Lake Waikaremoana is unique in several respects. It vies with Manapouri in the far South for the honour of being the most beautiful lake in New Zealand, but more especially is it remarkable as being placed so high in the hills and yet so near their eastern limit. You may stand at the outlet of the Lake virtually at water level and command a comprehensive view of the sea and coast line extending to Mahia Peninsula at the north-eastern extremity of the Bay.

Only on rare occasions does water overflow from Lake Waikaremoana. At nearly all times the whole of the outflow from the Lake passes through a number of underground channels which gush out only a few chains from the Lake with considerable velocity. To get down amongst these gushing outlets for the first time is rather awe inspiring.

A good deal of mystery has always been attached to Lake Waikaremoana as to how the Lake came to be formed and how the water has continued to escape through these underground passages without cutting away the country and lowering the level of the Lake.

The Maori legend attached to the Lake treats the matter as follows: —

"Mahu and his family lived at Wai-kotikoti, on the shores of Wai-rau Moana. There was a sacred water spring at that place, whereat certain rites were performed. Once upon a time Mahu bade his children go and fetch some water, he being athirst. They went, all save Hau and Te Rangi. But they obtained that water from the sacred spring, instead of from the common one. This so enraged Mahu that he turned them all into stones, which may still be seen there, and are known as the Whanau-a-Mahu (Offspring of Mahu).

Mahu then sent his daughter Haumapuhia to procure water from Te Puna-a-taupara. After being told several times Hau refused to go. So Mahu took the water vessel and went himself to get water. The thought came to him that he would kill his daughter on account of her disobedience, so he remained by the waterside. After a time Hau came to look for her father, whereupon, he seized her and thrust her beneath the water. That was the end of Hau as a human being,

but she was transformed into a taniwha. After this Mahu left that place and went away to the Moana nui a Kiwa (the ocean), but Hau remained as a taniwha at Wai-kare. She passed underground and forced her way through the earth and tore assunder the hills in her efforts to escape. She first attempted to escape by making a passage northward, but was stopped by the great Huia-rau range, and that is how the Whanga-nui arm of the lake was formed. For the waters flowed into the hollows and channels formed by her struggles, and such was the origin of Waikare Moana. In her amazing progress she so agitated the waters that, from the rippling of those waters, the lake derived its name of Wai-kare, from the pokaretanga (agitation) of those waters. Such is the explanation of the name.

The next attempt made by Haumapuhia to escape was in an easterly direction, and this was how the Whanga-nui-o-Parua branch of the lake was formed. It was in this way that Hau formed the various arms of the lake and the islets therein. Her last attempt to pass out was at Te Wharawhara (the outlet of the lake, near Te One-poto). Here she heard, afar off, the murmur of the ocean and made an effort to reach it during the darkness of the night. Even so, she forced her way through the barrier, but was overtaken by daylight as she emerged at Te Whangaromanga.

Haumapuhia still lies where she was overtaken by daylight, still lies there in the form of a rock, with her head down hill and the waters from the lake running through her body. She lies face downwards, her hair (kokuwai, a water plant) waving and rippling in the waters."

Prior to the commencement of operations at Waikaremoana, a geological report was obtained from *Dr. Marshall*, who dealt with the origin of the Lake and the structure of the barrier through which the water escapes. After discussing various possibilities, *Dr. Marshall* says: —

"The geological structure of the district is precisely that which most effectively promotes earth slides of large dimensions. This structure is best exemplified in the hills Puketapu, Panekiri-Ngamoko. In each of these there is a hard cap of sandstone at least 700 feet thick, resting on impervious relatively soft papa which readily develops a greasy or unctuous surface. The dip of the whole series is 18° to the south east and is markedly uniform.

The prominent and dominating escarpment from Puketapu to Ngamoko is broken by the depression of the outlet at Onepoto. The stratum of sandstone was, of course, at one time continuous between the outdrops on these hills and probably at one time the escarpment extended with little interruption across this distance though it would have been breached by a gorge through which the drainage of the Waikare basin passed. At the point of the breach through the line of the present escarpment the gorge of the river was certainly 1000 feet below the present lake level. It has to be assumed that the "pre-lake" Waikara River in one of its meanders, or that one of its tributaries,

had cut deeply into the sandstone at the low level of that valley, some two miles below the present outlet. This erosion must have been deep enough even to expose the papa below the sandstone.

The heavy masses of thick sandstone would then have no support at the lower end of the dip slope and under a special association of extreme conditions would slip down the slope. If these conditions were so extreme as to enable the heavy rock mass to acquire some velocity its movements would be so great that it would smash and pile itself up even in such a mass as that of Raekahu — which though a prominent point is only 406 feet above the level of the Lake and 1484 feet below the summit of Puketapu the level from which it is conceivable that the material that travelled furthest was derived. This slipping rock would consist mainly of sandstone with sufficient papa to fill up the crevices between the rocks and make the whole mass water-tight. It is probable that this slide filled the gorge of the pre-lake Waikare river to a partial extent only. Its effect would be the formation of a small lake and it would also force the current of the outflowing river further east where it would undermine the escarpment then lying north-east of the present outlet. Deposition in the basin of the small lake thus formed might be the origin of the flat central floor of the lake.

The erosive effect forced thus to the north-east by the slipped matter would in time render the escarpment in that direction insecure and a second slide would take place for the kind of rock and geological structure are the same there as on the south-west side of the outlet.

This second earth slide from the eastern side was, however, of less amount and the movement was not so great. The rock masses on this side have been far less smashed and piled up. It still retains something of its original form and structure. This second slide movement consisted almost solely of the sandstone strata and started from that portion of the escarpment north-east of Rose Bay which actually owes its formation to this movement. The measure of the horizontal component of this movement is to be found in the distance between the summits of the two ridges on either side of Rose Bay — perhaps rather more than 400 yards. The hill to the south-west of this bay has an escarpment of rock masses fractured and tumbled in a most remarkable manner, but still all the masses clearly form parts of a former continuous escarpment. The absence of slipped papa at any rate in the upper part of this slide renders it less obstructive to the passage of water which therefore penetrates to a large extent between the fragments of the rock slide and issues as leakages at various points over the outer slope of the barrier to a level of 300 feet below the lake surface.

If this explanation is correct it follows that the subterranean channels through which the water passes are of a highly indefinite and irregular nature, and that it is impossible from any examination of the surface to form any reliable idea of their intricacies or the details of their directions. The nature of the ground also shows that the width of these crevices depends on the relative position of various angular rocks

which may be more or less unstable, though if it be correct that in this rock slide the movement was relatively small and the rock travelled "en masse" and without much crushing, it is probable that the blocks are well keyed in and fairly stable. That this rock has travelled from a higher level is shown by its nature. Near to the outlet the broken rock contains seams which have fossil polyzoa which appear to me to be restricted to the higher strata of the sandstone.

The actual outlet passes through the second slip very close to its south-west margin where it abuts against the material of the first slip.

It is probable that if the excess of rainfall over the evaporation amounts to 60 inches annually over the catchment area that about ten years would elapse before the basin would be filled. Within that time some consolidation of the slipped matter might have taken place and some stability of the barrier would have been attained. It is noticeable that the overflowing water at the outlet escapes by one of the fissures that has been formed in the slipped rock of the second period, for in my opinion the overflowing water has not had any appreciable erosive effect on the rock which forms the lip of the lake at the outlet."

Dr. Marshall goes on to discuss the age of the Lake, that is to say, the probable or possible date on which the land movements which formed the Lake occurred, and remarks as follows: —

"It is noticeable that the distribution of pumice is general and as uniform as could be expected over the whole of the slipped material. This fact indicates clearly enough that the earth slides occurred before the great fall of pumice in this district. This certainly took place before the occupation of the land by the Polynesian people. It is probable, that the fall took place several thousands of years ago. This gives from the human stand-point a great antiquity to the barrier.

The wave platforms on the lake shores are of small dimensions. They occur only in those localities where soft papa rock constitutes the lake shores. In such places the headlands are worn back into truncated spurs. In such places a wave platform not more than 20 yards wide in any observed case has been formed. Where sandstone forms the lake margin no platform whatever has been formed nor does the sandstone appear to be waterworn. These observations indicate that from the geological standpoint the water of the lake has been at the present level for an extremely brief period."

After reviewing the whole of the evidence, *Dr. Marshall* comes to the following conclusions: —

"1. The outlet passes over and through a mass of fractured and tumbled rocks which are angular and are probably interlocked in an intricate manner and possibly the whole mass has no great margin of strength compared with the forces which are acting on it.

2. The leakages through this mass have maintained a constant flow for a long period.

3. The leakages are not materially decreasing the strength of the barrier.

4. The surface cascade over which the water of the outlet and eakages combined pass is slowly reducing the resistance and stability of the barrier.

5. No important slide movement of the rocks on either side of the dam is to be apprehended."

Following examination of large land slides in the Buller district of the South Island caused by the earthquake in June, 1929, other geologists are of opinion that Lake Waikaremoana has been formed by land slides brought down by earthquakes ages ago.

The Lake has long been recognised as a valuable source of power by those people who live in the district. Until comparatively recently, the Lake and the district were virtually unknown to a great majority of the people in the country. Its possibilities for power production were, however, thoroughly investigated in 1916, and in 1918 Mr. Parry, then Chief Electrical Engineer, included a development of 40,000 horse power in his recommendation for the supply of power in the North Island.

Owing to the nature of the Lake outlet the flow in the river is very much more regular than if the Lake overflowed in the usual way. The consequence is that on very rare occasions does the flow in the Waikare-Taheke river fall below 500 cusecs. So far as is known the Lake reached its lowest limit some time during 1913, when the water level was 14 feet below the overflow channel. The flow was then calculated to be 420 cusecs. Flood discharge is not so definitely known, but it may be assumed with a reasonable margin of safety that if an allowance is made for a flood of 2 000 cusecs it will be sufficient.

On leaving the outlet channels the water gathers together into a stream a few hundred feet below the Lake, it continues to fall rapidly and in a distance of about 3½ miles falls 1 450 feet. At 450 feet below the Lake and only a few chains from the river there existed a small pond known as Kaitawa lake of about 3 acres in area into which the river could very easily be diverted. A narrow ridge on the eastern side of this Lake guards the water a fall of 680 feet to the Whakamarino Flat. This feature was immediately seized upon as providing the simplest and cheapest means of development, and is the one, the first stage of which has recently been put into operation. Eventually the Waikaremoana Development will consist of three separate developments.

The Upper will take its water directly from the Lake. Before this is done it is proposed to lower the level of the Lake and seal as many of the leaks from the Lake as possible. The water flowing from the Lake may then be utilised at Lake level. At the same time advantage of complete regulation of the flow would be obtained. The Power Station for this development will be near Lake Kaitawa which forms the forebay for the next development.

At the present time about 500 cusecs only can be relied upon. When the Lake is controlled by means of both daily and seasonal regulation this amount can probably be at least doubled so it will be apparent that when the Lake is controlled the initial development, the second one in order from the Lake, will be capable of substantial increase. 40 000 kVA of plant capacity has been installed but without Lake control cannot, under low water conditions, be fully utilised. With control a third unit of 20 000 kVA will be installed.

The turbines of the middle development discharge on to a flat so that a low earth dam will make an impounding reservoir 80 acres in extent. From this, by means of a short section of canal and nearly a mile and a half of tunnel, the water can be conveyed to a point on a steep hillside 365 feet above the present river channel. This then becomes the third or lower development.

The ultimate capacity of the three stations will be 140 000 kVA made up of seven 20 000 kVA units, two in the upper station, three in the middle, and two in the lower.

Although there will be three power stations, it is not proposed that each of these stations will be fully staffed with operators. Provision is being made for remote control from the initial station, and for the sake of uniformity all three stations will be treated in the same manner by remote control.

As has already been indicated, the head works for the scheme now under construction consist first in the diversion of the river into Kaitawa Lake. (Fig. 1.)

On the northern end of Kaitawa an approach canal, 500 feet long, leads the water to a tunnel, 12 feet diameter and 800 feet long, through a ridge which flanks the eastern side of the Lake, and discharges into a surge chamber 100 feet diameter and 30 feet deep. The tunnel was excavated in what was originally sandstone rock throughout its length. For a greater part of the length the rock was still recognisable as sandstone but in other places it had weathered to a stiff pug. The whole of the tunnel was lined with concrete 12 inches thick and reinforced. As security against leakage from the tunnel the spaces outside the lining in the roof of the tunnel were grouted under pressure with cement and sand and in addition the whole of the inside surface was coated with bitumen.

The pipe line, 3,600 feet long, ranges from 78 inches diameter and $^3/_8$" thick at the top, to 66 inches diameter and $^{15}/_{16}$" thick at the bottom. Under full load capacity each pipe will carry 352 cusecs, and under overload conditions up to 450 cusecs. On account of the cost of making angles in such a pipe and also the cost of anchor blocks at the angles, fairly heavy excavations were made in clearing the pipe bench so as to reduce the number of angles to three.

A very necessary activity in connection with any power scheme is a reasonably accurate measurement of the flow of water, not only that used, but also the water wasted, the latter quantity is important,

representing as it does the amount of increased power possible from that source. To measure the water used, a venturimeter has been placed in each pipe a little distance from the power station. The inlet diameter is 66 inches and the throat of the venturimeter 52 inches. The venturi head will be transmitted to the control room of the power station, where it will operate a recording and integrating mechanism so that not only can an instantaneous reading of the rate of flow corresponding to any condition of load be observed, but also the total water used over any period can be read and the overall efficiency of the installation calculated.

All the water wasted must flow over the weir above Kaitawa Lake and a sharp edged crest has been provided 100 feet in length with float and transmitting apparatus actuating a recording and integrating mechanism in the Power Station. It will therefore be possible without leaving the control room, to observe at any time both the water used and the water wasted.

The power house and village are situated at Tuai, on the Whakamarino flat, which is 33 miles from Wairoa. Owing to the weight and size of the electrical equipment the transport problem presented many difficulties. In the first place a suitable wharf had to be constructed at Waikokopu which is located on the western side of the northern most portion of the Mahia Peninsula. This little bay is sheltered from all but southerly weather. On an extension of the wharf a special 30-ton crane was built by which the large packages are lifted from the coastal steamers on the railway trucks. All material is railed from Waikokopu to Wairoa where the Department built a special bulk store for holding material pending its departure on the 33 mile road journey to the Power House at Tuai or to the head works at Kaitawa. This 33 mile of road had to be metalled and generally put in order before work commenced. Also the road bridge at Frasertown had to be considerably strengthened before any very heavy loads were taken over it. This was a bridge with 140[1] span, built of timber with steel bottom chord. After strengthening a test load of 33 tons was run across the bridge with satisfactory results.

The Power House is a reinforced concrete building occupying a space about 200 feet by 75 feet and is in two sections, one the generating room and the other an annexe comprising the switchgear and control rooms and offices. This power house is designed for three generating units of which two only have been installed: the third unit will be added after the lake control work of the upper development has been completed. However, this power house will also control the operation of the machines and switchgear at the upper and lower sites probably by some form of supervisory control. To this end provision has been made for extending the benchboard in the control room.

Fig. 2 shows a typical section through the power house and gives a better idea of the plant than any description.

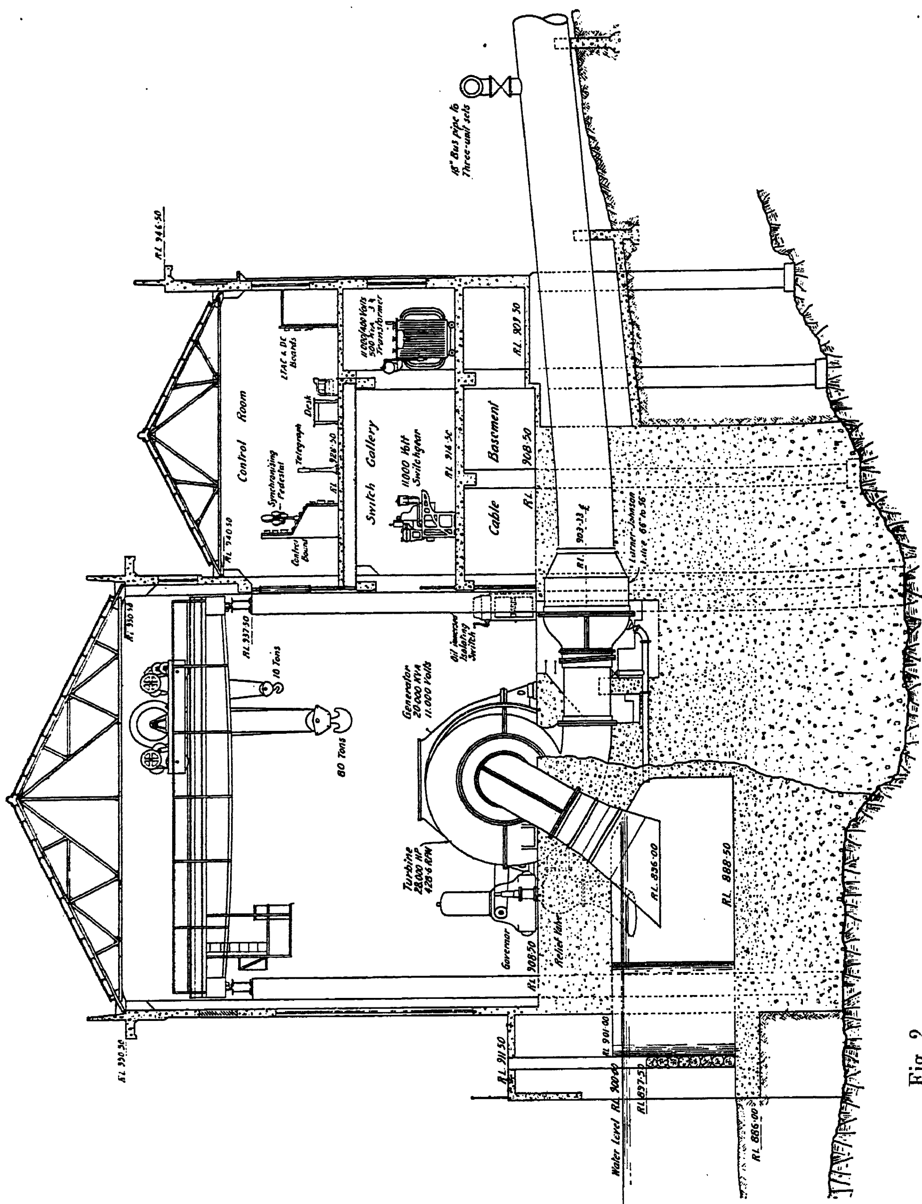


Fig. 2.

Fig. 3 shows the general scheme of connections and indicates the apparatus included in the plant. Some general facts about the equipment may be of interest as some of the electrical features are peculiar to this development.

Referring to Fig. 3, the general path of the current through the power station is as follows: —

Power is generated at 11 000 volts 3 phase 50 cycles and is taken from the generator by cables to an oil immersed isolator whence it goes two ways — the first by cables to the 11 000 volt switchgear and so to the 11 000 volt busbars — the second by cables to the main step up transformers where it is stepped up from 11 000 volts to 110 000 volts. From the transformers the power goes to the main 110 000 volt switching structure and so on to the 110 000 volt transmission lines. From the 110 000 volt bus power is also taken via cables to another bank of step up transformers which increase the pressure to 50 000 volts for transmission to Gisborne and Wairoa. There are two main generating units, two banks of 11 000/110 000 volt transformers and two banks of 11 000/50 000 volt transformers included in this initial scheme and details of these are given hereunder.

Each generating unit consists of a 20,000 K.V.A. generator coupled to a 28,000 H.P. turbine and has its own direct coupled exciter.

The generators are rated at 20 000 kVA with 11 000 volts between phases and at 0.80 lagging power factor, but are so designed as to be suitable for 20 000 kVA with zero power factor leading with excitation still positive.

The speed of the set is 428 r.p.m. under a head of 645 feet (nett) and some of the dimensions are rather impressive.

The overall diameter of the stator is 17 feet and the overall length of the generator only is 24 feet, whereas the overall axial length of generator and turbine is 35 feet. Each generator weighs approximately 135 tons, and each turbine and accessories, about 55 tons, making the total weight 190 tons for the complete unit.

The turbines are of the horizontal Francis reaction type and are designed for a maximum rating of 28 000 B.H.P. under a 645 foot head and at 428 r.p.m.

The turbines are complete with the usual oil pressure governor and relief valve and between the turbine and the pipe line an electrically controlled balance cylindrical valve is placed. The pipe line side of this valve is 5 ft. 6 ins. in diameter and the turbine side 4 ft. 8 ins.

It may be mentioned that the efficiency guarantees for the turbine and generator at full load are 87.5 per cent and 96.4 per cent respectively, and these figures will be checked on site after the erection of the machines.

The 11 000 volt switchgear is of the metalclad type remotely controlled from the benchboard in the control room.

The oil circuit breakers are rated at 250 000 kVA rupturing capacity and the stipulation is made that only two generators shall be in parallel on the 11 000 volt busbars at any one time as the generator reactance is about 18% which gives a possible short circuit kVA of 220 000.

The control room contains the main benchboard, on which are mounted all the controls for the generators, exciters and switchgear;

the low tension A. C. and D. C. boards; the signalling system and telephone exchange.

The benchboard is complete with mimic bus diagram and all necessary indicating lamps and signals to show the operator the position of every switch both on the 11 000 volt, 50 000 volt and the 110 000 volt side.

The synchronising of the generators on the 11 000 volt bus bars may be done by hand or automatically, all that it is necessary to do in the latter case being to put the machine on governor control and close a small synchronising switch on the benchboard. The incoming machine is then automatically synchronised and at the proper instant the 11 000 volt machine circuit breaker is closed. The operation of this device with machines of this size is somewhat unusual and the result will be watched with much interest.

The generator and the transformers are protected on the Merz Price system against internal faults. There are also over-current relays on the generator circuit.

The outgoing lines are protected against overload and earth leakage. There are many electrical interlocks to prevent faulty operation but it is not proposed to detail these here.

The normal excitation is from the individual direct connected exciters, but emergency excitation is obtainable from either of two three unit sets which are at present operating in the temporary construction plant. These sets consist of a Pelton wheel, A. C. generator and D. C. generator all direct coupled.

Under line charging conditions up to 13 000 kVA with zero leading power factor is required, and consequently low values of excitation. At the low voltage the exciters are not stable and on this account the field of the exciter under these conditions is energised by means of a potentiometer rheostat which is across the station D. C. bus bars.

When the load increases to a value such that the excitation voltage required is within the stable limit of the exciter being used, the changeover from the potentiometer is effected without breaking the circuit.

The exciters being supplied with the generators are more stable than the emergency exciters, but nevertheless the potentiometer control is provided for use with these also.

The step up transformers are located at the outdoor station and are connected to the generators by underground cables which are carried on racks in a concrete tunnel. This tunnel represents quite a big item in the cost of the plant as it is built in two sections side by side, each being 7 ft. high and 4 ft. 6 inches wide. The length of one section is 550 feet and of the other 420 feet.

The main cables are single core P. I. L. C. and to avoid sheath currents the lead sheathing is earthed at one end only and the cable is carried on porcelain insulators.

The 11 000/110 000 volt transformers are water cooled in single phase units of 6667 kVA each and the ratio of the S. P. unit is

11 000/63 500 volts, as the low tension side of the bank is delta connected while the high tension side is in star with the neutral point solidly earthed. The 11 000/50 000 volt water cooled transformers are in single phase units of 1000 kVA, thus forming 3000 kVA 3 phase banks. These transformers are connected delta star as before, the normal ratio being 11 000/28 870 volts per transformer.

It is interesting to note that all the transformers and oil circuit breakers are connected up by a system of piping to a central filter press outfit and that the transformer oil can be filtered without shutting down the plant.

From the 110 000 volt structure a double circuit transmission line carried on steel towers traverses 60 miles of extremely rough country to Napier substation at which point connection is made to the existing lines from the Government's hydro-electric station at Mangahao. The construction of this line presented great difficulties in the way of transport and the work of making access tracks to the tower positions has been no mean undertaking. In all there are 278 galvanised steel towers ranging in height from 56 ft. to 99 ft. overall above ground with a spread of base ranging from 12 feet. to 22 feet square. Each tower has three crossarms approximately 19 feet long and spaced ten feet apart vertically. The average spacing of the towers is about 17 chains, but owing to the rough broken nature of the country and the numerous river crossings, there are five spans over twice this length, the maximum span being a little over 40 chains (half mile). Each tower supports six 37/15 copper conductors forming two three phase circuits and the conductors are supported on disc type suspension insulators. The individual weight of the towers varies between 7300 lbs. and 14 600 lbs., the total weight of tower material being about 1260 tons. The tower foundations are of the earth grilling type, a separate grillage being attached at the bottom end of each of the four main leg members at a depth of 8 feet to 11 feet below ground level.

The lines from Waikaremoana to Gisborne and Wairoa are single circuit lines carried on wood poles varying from 35 to 50 feet in height.

The line to Gisborne is 46½ miles long and there are 395 supports. The average spacing is about 9½ chains while the maximum span is 21 chains.

The Wairoa line which is about 25 miles long was purchased from the Wairoa Power Board and is being converted to 50 000 volt construction.

Thus at present Waikaremoana will feed two independent substations at 50 000 volts and will deliver power into the main 110 000 volt system in parallel with Mangahao. The latter station will do most of the regulating on the system as it contains a number of small units operating on a high head of 880 feet, whereas Waikaremoana will carry a steady basic load and additional machines will be brought into service only when the load justifies their running. In this way the best possible use can be made of the water available as the machines will

be running always at high efficiency when they are in service at all. At the same time owing to the large plant capacity of Mangahao compared with the water storage available, this station is capable of acting for a short time as a spare for one of the Waikaremoana units should it be necessary to shut down the unit for repairs.

The protection of the 110 000 volt system with two power stations and nine substations, with part duplicate line and part single line to act in such a way that only the faulty section is cut out of service, is a matter which has received much attention and this protection scheme is now being installed.

Zusammenfassung

Die hydroelektrische Kraftstation am Waikaremoanasee mit dem dazugehörigen Kraftübertragungssystem ist das neueste der dem Betrieb übergebenen Krafterzeugungsunternehmen der staatlichen Werke in Neuseeland. Es liegt auf der Nordinsel des Dominions und ist mit der Mangahas Kraftstation verbunden, die gemeinsam die Stadt Wellington und zahlreiche Städte und Gemeinden im Süden und Osten der Insel mit Strom versorgen.

Die ausgebaute Anlage wird dann aus drei unabhängigen, aber miteinander verbundenen Kraftstationen mit einer größten Leistungsfähigkeit von 140 000 kVA bestehen.

Der See Waikaremoana liegt 22 Meilen landeinwärts in 642 m Höhe auf der Huiarau-Gebirgskette und hat seine Entstehung einer Reihe ungeheurer Bergrutsche zu verdanken. Er ist tief und überflutet seine Ufer selten. Das Wasser fließt durch eine Reihe unterirdischer Kanäle ab, die ihr Wasser in kurzer Entfernung vom See mit großer Geschwindigkeit in den einige 100 Fuß tiefer liegenden Waikare-Taheke-Fluß ergießen. Dieser Fluß hat auf 5,6 km ein Gefälle von 442 m.

137 m unterhalb des Sees und nur einige 20 m von dem Waikare-Taheke-Fluß entfernt liegt der Kaitawasee, der etwa eine Fläche von 120 a besitzt und in welchen der Fluß abgelenkt wurde. Dort befindet sich die Kraftstation 3, welche eine größte Kraftleistung von 40 000 kVA entwickeln kann. Ein schmaler Grat auf der Ostseite des Sees schließt das Wasser gegen einen Abhang von 183 m Tiefe der nach der Whakamarino-Ebene abfällt, ab. Hier liegt die Kraftstation 1 mit einer größten Leistungsfähigkeit von 60 000 kVA.

Ein niedriger Erddamm, der sich über die Whakamarino-Ebene erhebt, umschließt ein Reservoir, aus welchem mittels eines kurzen Kanalabschnittes und eines ungefähr 2,5 km langen Tunnels nach einer Stelle des steilen Hügelabhanges und dann durch eine Rohrleitung zu der Kraftstation 2, die am Flußufer liegt, geleitet wird. Diese Kraftstation kann 40 000 kVA leisten.

Für die Kraftstation 3 wird dem See das Wasser in Wasserstandshöhe entnommen und fließt über die Turbinen in den Kaitawasee, der zugleich die Vorbucht für die Kraftstation 1 bildet.

Das Abwasser von den Turbinen der Kraftstation 1 geht in das Whakamarino-Reservoir ab, das zugleich die Vorbucht für die Kraftstation 2 bildet, deren Turbinenabwasser in den vorhandenen Fluß sich ergießt. Es ist nicht beabsichtigt, alle drei Kraftstationen mit Arbeitspersonal auszustatten, sondern von der Kraftstation 1 aus sollen die anderen Kraftstationen durch Fernsteuerung betätigt werden.

Die Stromerzeuger bestehen aus je einem 20000 kVA 11000 V Generator, der mit einer 28 000 PS horizontalen Francisturbine gekuppelt ist, die 480 Umdr/min macht. Jeder Generator besitzt einen besonderen direkt gekuppelten Erreger.

Nr. 310

Österreich

Die Wasserkraftnutzung der österreichischen Donau mit Beziehung auf die internationale Schiffahrt

Österreichisches Nationalkomitee

Ing. C. Grünhut-Bartoletti

Die stürmische Entwicklung des neuzeitlichen Turbinen- und Generatorenbaues, sowie die großen Fortschritte des Eisenbetonbaues haben es mit sich gebracht, daß die Ausnützung kleinerer Wasserkräfte für die Gesamtwirtschaft immer bedeutungsloser wird und man sich nur mehr dem Ausbau der großen Wasserkräfte zuwendet. Auch bei letzteren wird bereits eine gewisse Auswahl getroffen und es konzentriert sich das Interesse ganz besonders auf die speicherfähigen Wasserläufe, d. h. auf jene, die es gestatten, die Minderergiebigkeiten der Wasserführung bei Frost und bei länger anhaltenden sommerlichen Trockenperioden durch angemessene Speicherung des Wassers während der Regenperioden des Jahres erheblich aufzubessern.

Zu den großen Wasserkraftträgern Österreichs zählt zweifellos die Donau. Zwar ist sie nicht speicherfähig — denn Stauwerke wie etwa am Nil sind hier nicht denkbar — aber ihr Regime ist ein derartiges, daß Akkumulierungsanlagen am Strome selbst bzw. in den ihn begleitenden Höhenzügen und Randgebirgen entbehrlich sein können. Ihre bedeutendsten Nebenflüsse Inn, Salzach, Enns und Traun entspringen hochgelegenen Gletschergebieten, die für eine verhältnismäßig hohe, ständige Alimentierung des Stromes auch bei lange andauernden sommerlichen Trockenperioden sorgen; das Traunflußgebiet verfügt überdies über eine große Anzahl ausgedehnter Retentionsbecken, die erhebliche Aufspeicherungen bei hohen Wasserständen und demzufolge Abgaben bei niederen Wasserständen im Winter und Sommer gestatten, während das Einzugsgebiet der bayerischen Donau oberhalb der Staatsgrenze bei Passau, aber auch die Nebenflüsse aus den Voralpen Ober- und Niederösterreichs für eine stärkere Wasserführung im Winter Sorge tragen. So hat z. B. in dem wegen seiner Wasserarmut geradezu katastrophalen Winter 1928/29 und speziell in dem wasserärmsten Monat Februar 1929 die Wassermenge des Inn nächst Passau rund 84 %, jene der Enns und der Traun rund 55 % der durchschnittlichen monatlichen Wasserführung gezeigt, also ein prozentuell sehr erhebliches Ausmaß, wenn bedacht wird, daß der aus vielen Jahrzehnten gewonnene Durchschnitt der Wasserführung des Februar, der sehr häufig von frühzeitigen Schneeschmelzen und Regen, mindestens in

den niederen Höhenlagen des Gebirges, bedingt ist, an sich schon ein höherer ist. Tatsächlich hat die Donau im Februar 1929 bei Mauthausen, also einschließlich Inn, Salzach und Enns, eine Mindestergiebigkeit von ca. 650 m³ gehabt, während die Donau bei Wien eine sekundliche Mindestkonsumtion von 660 m³ besaß. Diese Wassermengen sind so groß, daß sie beträchtliche Kraftleistungen auch in wasserarmen Zeiten, unbeschadet der an der Donau nur möglichen geringeren Nutzgefällshöhen gewährleisten.

In einem, im großen und ganzen von West nach Ost gerichteten Laufe von rund 343 km Länge durchfließt der Donaustrom österreichisches Bundesgebiet, von der Innmündung bei Passau bis zur Marchmündung bei Theben, teils in verhältnismäßig schmalen, von Höhenrücken eingesäumten Defilees, teils in breiten, Stromverwerfungen begünstigenden Talerweiterungen mit mehr-minder beträchtlichen, oft viele Kilometer breiten Inundationsgebieten.

Aber auch die Talengen zeigen keineswegs ein ganz gleichförmiges Bild des Stromlaufes, sondern weisen abwechselnd rechts- und linksufrig, manchmal auch beiderseitig Inundationsstreifen auf bis zu mehreren Hundert Metern Breite, je nachdem die den Tallauf begleitenden Höhenzüge mehr oder minder nahe an das Stromufer selbst herantreten. Dies ist ein Merkmal des Donaulaufes, das sich natürlich bestimmend auf die grundsätzliche Disposition der Wasserkraftanlagen selbst auswirkt, und es kann im allgemeinen daran festgehalten werden, daß in den Engpaß-Strecken Stauwerke mit den zugehörigen Krafthäusern am Strome selbst nach dem Muster der am schweizer-badischen Oberrhein (Konstanz—Basel) erbauten Kraftanlagen, in den Talerweiterungen hingegen am konkavseitigen Stromufer angeordnete freie offene Einfänge mit anschließenden, die Inundationsgebiete durchziehenden Kanälen, an deren Ende das Krafthaus zu liegen kommt, zu erbauen sein werden. In der Vergangenheit hat das bestandene Wallseesyndikat allerdings Projekte über die Ausnützung der Donauwasserkraft im Aschacher und Wallseer Felde und in jüngster Zeit auch Sektionschef Dr. Ing. *Söllner* für ein Donaukraftwerk unterhalb Wien verfaßt, bei welchen Stauwehre im Strome mit längeren Seitenkanälen im Inundationsgebiete verbunden sind, doch lagen in solchen Fällen besondere Erwägungen für die gewählte Anordnung vor. In Abb. 1 und 2 ist dieses Merkmal des Stromlaufes derart zum Ausdruck gebracht, daß das Strombett selbst in einem Bande von gleichbleibender Breite dargestellt erscheint, links und rechts desselben die Ufererweiterungen und Inundationsgebiete masstabgerecht in ihrer zugehörigen Längenentwicklung (1 cm—10 km) und Breitenerstreckung (1 mm = 100 m).

Der oberösterreichische Stromlauf von Passau bis zur Ennsmündung (rechtsufrig) auf eine Länge von 113 km besitzt im Aschacher Kachlet und im Linzer Becken zwei derartige Talerweiterungen von zusammen 15+25 = 40 km Länge, während die niederösterreichische Donau auf eine Länge von 230 km (rechtsufrig) im Becken von Wallsee (das linke Ufer ist oberösterreichisch), in der Niederung von Melk, im Tullnerfeld

Abb. 1. Allgemeine Anordnung der Donaukraftanlagen am Strome.

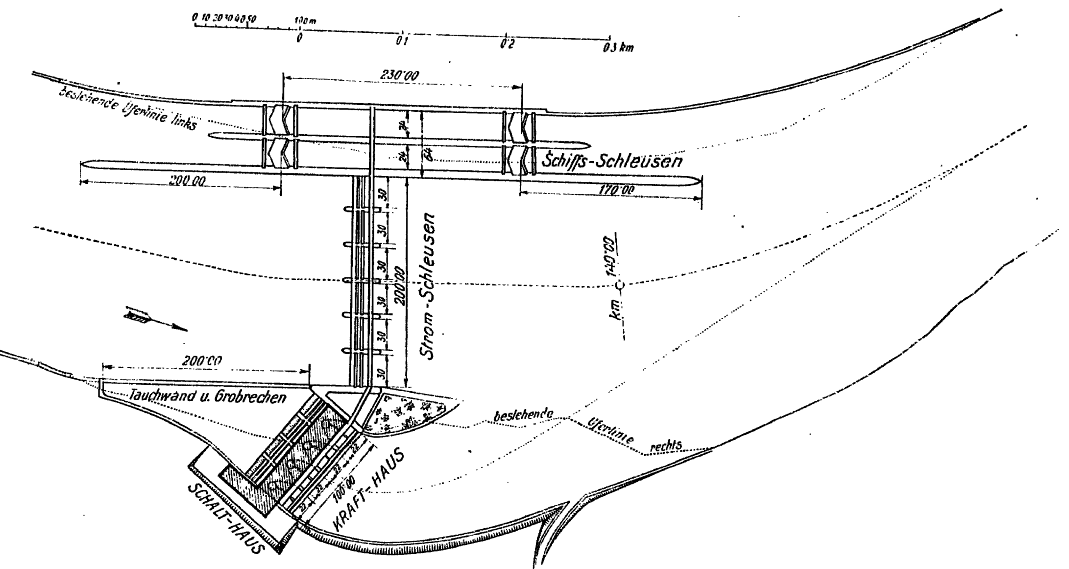


Abb. 2. Allgemeine Anordnung der Kraftanlagen am Strome.

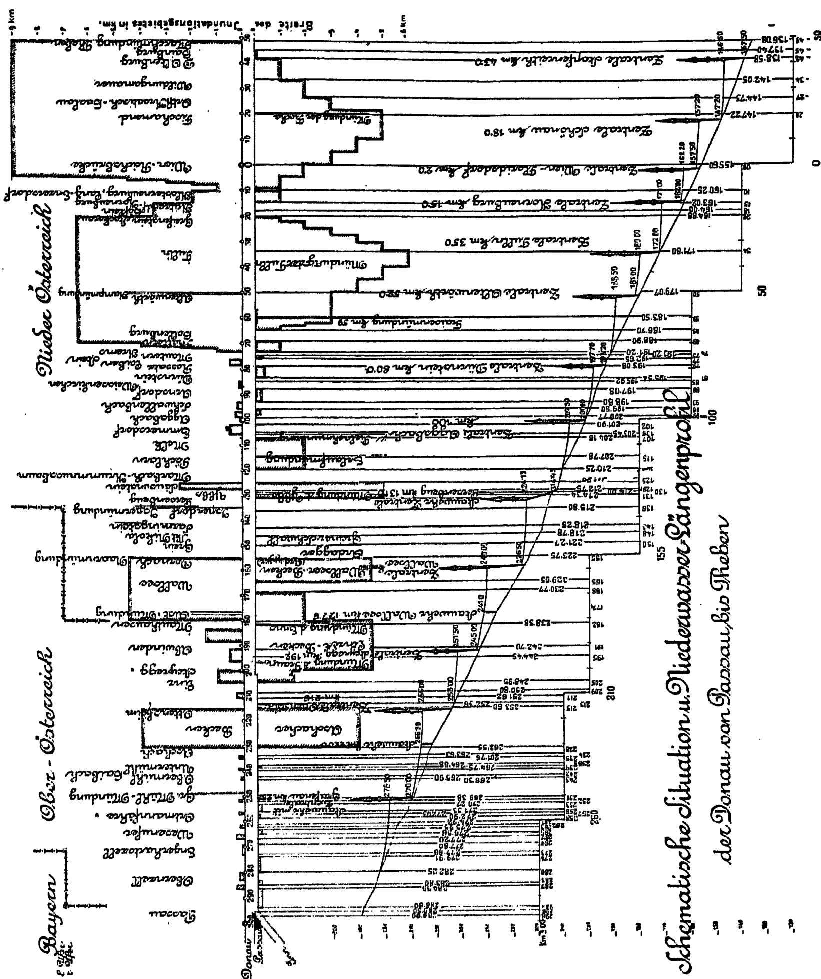


Abb. 3

und im Marchfeld derartige Inundationsgebiete von 25, 13, 64 und 58 km, zusammen 160 km besitzt. Vom Gesamtlaufe der österreichischen Donau bieten demnach etwa 200 km das Bild ausgesprochen durchgehender Talerweiterungen und 143 km haben den Charakter des Defilees mit seinen großen pittoresken und landschaftlichen Schönheiten, ein Umstand, der die Wasserkraftnutzung, weil grundsätzlich verschiedenartige Dispositionen der baulichen Gesamtanlage bedingend, maßgebend beeinflußt.

Das Gefälle der österreichischen Donau auf dieser Gesamtstrecke bei Niederwasser beträgt gemäß Heft VIII der Publikationen des hydrografischen Zentralbureaus „Das Längenprofil des österreichischen Donaustromes nach dem Stande vom Jahre 1904“ etwa 152,7 m,

woraus sich ein Durchschnittsgefälle von $\frac{152,70}{343} = 0,442$ m auf den km, d. i. 0,442 ‰ ergibt. Die Niederwassergefälle in den Defileestrecken schwanken im großen Durchschnitt zwischen 0,40 und 0,465 ‰, diejenigen in den Talerweiterungen zwischen 0,40 und 0,56 ‰. Die Gefällsextreme liegen selbst in längeren Stromstrecken zwischen weit größeren Grenzen und betragen im Minimum etwa 0,1 ‰ (Sarmingstein) und im Maximum 2,50 ‰ (Struden). Bei höheren Wasserstandsniveaus sind die Oberflächengefälle etwas ausgeglichener.

Unter Berücksichtigung der den Behörden bereits vorgelegten, wasserrechtlich verhandelten und auf diesem Wege zur Kenntnis der Öffentlichkeit gelangten Projekte, welche mit Ausnahme der oberösterreichischen Strecke Passau—Aschach einen beträchtlichen Teil

Zentrale		Ständige Leistung 10-monatlich		
Nr. Benennung	Koten Oberw. / Unterw.	q in m³	H in m	PS = 11 qH
1. Grafenau km 252	278,50 270,00	700	8,50	65 450
2. Ottensheim km 216	266,00 253,00	650	13,00	92 950
3. Steyregg km 192	251,50 245,00	160	6,50	11 440
4. Wallsee km 160	240,00 226,50	850	13,50	126 220
5. Persenbeug km 131	224,15 214,45	900	9,70	96 030
6. Aggsbach km 100	207,50 201,00	900	6,50	64 300
7. Dürrenstein km 80,0	197,70 193,20	900	4,50	44 550
8. Altenwörth km 52,0	188,50 181,00	400	7,50	33 000
9. Tulln km 35,0	180,00 172,00	400	8,00	35 200
10. Kroneuburg km 15,0	171,50 162,50	400	8,50	37 400
11. Wien—Floridsdorf km 2,0	162,20 157,50	400	4,70	20 680
12. Schönau km 18,0	157,20 147,20	400	10,00	44 000
13. Stopfenreith km 43,0	146,50 137,50	400	9,00	39 600
	Zusammen		109,90	710 820

Die Leistungen und das jährliche Arbeitsvermögen der Donaukraftwerke betragen mithin:

10-monatl. 710 920 PS = 497 000 kW durch 7200 Stunden = 3578 Mill. kWh
2-monatl. 626 200 PS = 438 000 kW durch 1560 Stunden = 684 Mill. „
6-monatl. 425 650 PS = 297 000 kW durch 4000 Stunden = 1188 Mill. „
Arbeitsvermögen jährlich insgesamt . . . . 5450 Mill. kWh

des Stromlaufes umfassen, kann die Ausnützung der Donaugefällsstufen in das in der folgenden Tabelle ersichtlich gemachte Schema gebracht werden, wobei die Lage der einzelnen Stauwerke bzw. Kraftwerke in dem angeschlossenen Längenprofil eingetragen erscheint (Abb. 3).

Die oberen sieben Kraftanlagen in der oberösterreichischen und in der niederösterreichischen Donau bis zum Ende der Defileestrecke bei Mautern—Krems werden zweifellos mit Wehranlagen im Strome selbst verbunden sein und daher das gesamte Donau-Niederwasser bis etwa 900 m³ bzw. das Mittelwasser bis 1800 m³ für die Kraftgewinnung nutzbar machen können, während in der Talerweiterung des Donaulaufes unterhalb Krems, d. h. im Tullner Feld, im Wiener Becken und im Marchfeld insgesamt 6 Wasserkraftanlagen an einem im Inunda-

Zusatzleistung 6-monatlich			Maxim. Leistung zus. PS	Kleinste mittl. Leistung PS 2-monatlich
q in m³	H in m	PS = 11 qH		
700	6,50	50 050	115 500	600 × 9,00 × 11 = 59 500
450	10,00	49 500	142 450	550 × 13,4 × 11 = 81 670
100	5,00	5 550	16 940	120 × 7,00 × 11 = 9 250
550	10,00	60 500	186 720	750 × 14,0 × 11 = 115 500
900	7,00	69 300	165 330	800 × 10,0 × 11 = 88 000
900	4,50	44 550	108 850	800 × 7,0 × 11 = 61 600
900	3,00	29 700	74 250	800 × 5,0 × 11 = 44 000
250	6,00	16 500	49 500	300 × 8,0 × 11 = 26 400
250	6,25	27 180	62 380	300 × 8,50 × 11 = 28 050
250	7,00	19 250	56 650	300 × 9,0 × 11 = 29 700
250	4,00	11 000	31 680	300 × 5,0 × 11 = 16 500
250	8,50	23 370	64 625	300 × 10,5 × 11 = 34 650
250	7,00	19 250	58 850	300 × 9,50 × 11 = 31 350
	83,25	425 650	1 136 470	626 200

tionsgebiete geführten Seitenkanal, der indessen nur einen Teil der Nieder- bzw. Mittelwasserführung der Donau von nicht über 400 bzw. 650 m³/s ausnützen wird können, um die Schiffbarkeit des Stromes nicht zu sehr zu beeinträchtigen, errichtet werden könnten.

Aus der vollständigen Kraftnutzung der österreichischen Donau können daher unter ziemlich vorsichtigen Annahmen etwa 5½ Milliarden Kilowattstunden jährlich gewonnen werden. Die Detailprojektierung wird voraussichtlich etwas größere Leistungen ergeben[1].

Als vorläufiges Resultat ergibt sich für die Stromstrecke Passau—Krems (239 km) eine ständige Leistung von 500 940 PS, somit pro km ca 2100 PS und eine maximale Leistung von 810 040 PS und pro km 3390 PS, für die offene Stromstrecke Krems—Wien—Marchmündung von 123 km eine ständige Ausnützung von 209 880 PS, somit pro km von 1700 PS und eine maximale Leistung von 326 430 PS und pro km von 2650 PS. Die Differenz ist in den wesentlich höheren Aufschlagswassermengen, welche bei den Kraftanlagen mit Stauwehren im Strome, gleichviel ob mit oder ohne Seitenkanal, ausgenützt werden können, begründet. Bei dem Projekte Min.-Rat Dr. *Pernt-Redlich & Berger*, und im Prinzipe auch bei dem Projekte Ing. *Schubert* ist dieser Nachteil durch die, infolge Einschaltung eines hydraulischen Speichers (beim ersteren Projekte die Lobau, beim letzteren das linksufrige Wiener Inundationsgebiet) ermöglichte Verdreifachung der normalen Leistung zur Deckung von Betriebsspitzen auf die Dauer von 8 Tagesstunden jedoch ausgeglichen. Um analoge Spitzenleistungen zu erzielen, müßten die Stauwerksanlagen der Defileestrecken mit den in den Randgebirgen anzulegenden, entsprechend dimensionierten Akkumulierungsbecken gekuppelt werden, durch deren Infunktionsetzung unständige und Überschußkraft in Spitzen- und Edelkraft umgesetzt werden würde.

Die Energiedarbietung der österreichischen Donau ist im Verhältnisse zu den bereits erschlossenen einheimischen Kraftquellen so groß, daß ihr gewiß eine bedeutende Rolle in dem Krafthaushalt des künftigen mit Deutschland vereinigten Österreich zufallen wird. Wenn auch momentan der Zeitpunkt für einen systematischen Ausbau der Donauwasserkräfte, nicht zuletzt wegen der Schwierigkeiten, welche seitens der interessierten Schiffahrtsgesellschaften erhoben werden, nicht günstig scheint, so kann sich das doch ändern, wenn einerseits die Verbundwirtschaft mit Deutschland durchgeführt sein wird und andererseits die Herstellung des geplanten Rhein—Main—Donaukanals die Bereitstellung größerer Tauchtiefen des Stromes verlangen wird, welche durch eine einfache Regulierung der Donau voraussichtlich nicht erzielbar sein werden.

Die Schiffahrtsgesellschaften stehen derzeit auf dem Standpunkt, der Errichtung von Kraftwerksanlagen am Strome grundsätzlich nur

[1] Vergl. Grünhut: Studie über die Wasserkraftnutzung der österr. Donau. „Wasserwirtschaft", H. 3, 1929.

dann zuzustimmen, wenn damit den Interessen der Schiffahrt nicht nur kein Abbruch geschieht, sondern ein direkter Vorteil erwächst, wie es etwa beim bayerischen Kachlet der Fall war, wo die aus der Stromsohle bei niederen Wasserständen herausragenden Felsriffe die Schiffahrt gefährdeten. Würde dieser Maßstab bei Beurteilung der Wasserkraftprojekte von den Behörden in Anwendung gebracht werden, so gäbe es in der österreichischen Stromstrecke eigentlich nur 2 Abschnitte, welche den Forderungen der Schiffahrtskreise entsprechen würden, nämlich die Grein-Strudener Kataraktenstrecke mit ihren gefürchteten Schiffahrtshindernissen, einer Stromspaltung, ins Bett schroff hineinragender Felsen bei gleichzeitiger, ziemlich unvermittelter Bettverengung von 400 m auf 120 m und Richtungsänderung des Stromstriches, und als zweite die Aschacher Stromstrecke mit ihren bei Niederwasser gefährlichen Felsriffen in der Sohle. Erstere erscheint im Persenbeuger Projekt des Ing. *Oscar Höhn*, letztere in den Projekten der Bauunternehmung *Innerbner* und *Mayr*, sowie des Ing. *Höhn* einbezogen. Alle anderen Stromabschnitte wären von der Verbauung und Kraftnutzung ausgeschlossen und zwar die Defileestrecken wegen des durch die Durchschleusung der Schiffe beim Wehr und der Verringerung der Fahrgeschwindigkeit im Oberwasser desselben bedingten Zeitverlustes, die offenen Stromabschnitte hinwieder wegen der durch die Anlage der Seitenkanäle bedingten Wasserverminderung in der Entnahmestrecke. Ein solcher Stand der Dinge könnte aber den österreichischen nationalen und volkswirtschaftlichen Interessen keineswegs entsprechen. Diesbezüglich ist festzustellen, daß in den neun Monaten des Jahres, während welcher die reguläre Schiffahrt stattfindet, nämlich vom 1. März bis zum 30. November, fast ausnahmslos verhältnismäßig so hohe Wasserstände vorherrschen, daß die von den Kraftwerksunternehmen begehrten Wasserableitungen, die bei ausnahmsweise eintretenden Niederwässern schon im August oder September auf 200 m³ bis 150 m³ reduziert werden könnten, die normale Schiffbarkeit überhaupt nicht beeinträchtigen. So betrug beispielsweise die mittlere sekundliche Wasserführung der Donau bei Wien in dem als überaus trocken bekannten Jahre 1928 im Monat

Januar	1124	m³	bei	—110	mittlerem	Pegelstand	Nußdorf
Februar	2092	,,	,,	— 2	,,	,,	,,
März	1208	,,	,,	— 97	,,	,,	,,
April	1384	,,	,,	— 72	,,	,,	,,
Mai	2026	,,	,,	+ 1	,,	,,	,,
Juni	2665	,,	,,	+ 79	,,	,,	,,
Juli	1706	,,	,,	— 31	,,	,,	,,
August	1520	,,	,,	— 54	,,	,,	,,
September	1606	,,	,,	— 44	,,	,,	,,
Oktober	1190	,,	,,	— 92	,,	,,	,,
November	1148	,,	,,	—106	,,	,,	,,
Dezember	1248	,,	,,	— 52	,,	,,	,,

während die Schiffahrt in den regulierten Abschnitten des Stromes bei einer Wassermengenführung von 1000 m³ anstandslos vor sich geht.

Die durchschnittliche Wassermengenführung im Jahre 1928 betrug 1577 m³ bei einem mittleren Pegelstand Nußdorf von —92.

In den Monaten Dezember, Januar und Februar kann der Wasserstand der Donau allerdings auch unter den vorbezeichneten Grenzwasserstand der normalen Niederwasserführung sinken, doch wird in solchen Fällen im allgemeinen auch Trockenheit und Frostwetter herrschen, in deren Gefolge sodann unbedingt Eisbildung und Eisgang, namentlich in der rumänischen und ungarischen Donau auftreten, wodurch der Schiffsverkehr, insbesondere bergwärts, sicherlich unterbunden und tatsächlich auch eingestellt ist und die Fahrzeuge die Schutz- und Winterhäfen aufsuchen.

In solchen Fällen können die Interessen des Schiffsverkehrs nicht leiden, wenn das frei verfügbare Wasser dem Strome entnommen und zur Krafterzeugung verwendet wird.

Denn — und das muß ausdrücklich vermerkt werden — die Donau wird in Zukunft gerade vermöge ihrer Eigenschaft, im Winter eine verhältnismäßig große und konstante Wasserführung zu besitzen, während einzelne ihrer zahllosen Zubringer an Wassermangel leiden — unter den Energiequellen allerersten Ranges in einer künftigen Verbundwirtschaft figurieren, während vornehmlich im Sommer während der eigentlichen Schiffahrtsperiode die Hochdruckanlagen des Mittel- und Hochgebirges in Funktion treten und es ermöglichen werden, daß die Kraftanlagen an der Donau ihren Wasserbedarf einschränken können. Daß dieser hier angedeutete Weg des Kompromisses zwischen Wasserkraftnutzung und Schiffahrt im wohlverstandenen Interesse der gesamten Volkswirtschaft tatsächlich denkbar und praktikabel ist, geht aus folgendem des näheren hervor.

Zufolge der Nachweise des vom Bundesamt für Statistik herausgegebenen statistischen Handbuches, IX. Band, stellte sich der gesamte Wasserverkehr auf der österreichischen Donau in Tonnen im Jahre 1927:

		davon entfällt auf die Donaudampfschiff-fahrtges.
Ausfuhr samt Inlandverkehr	333 775 t,	193 829 t
Einfuhr „ „	982 081 t	401 761 t
Durchfuhr stromabwärts ..	320 669 t	131 812 t
„ stromaufwärts ..	301 353 t	139 452 t
1927 zusammen .	1 937 878 t	866 854 t
demgegenüber 1926	1 671 883 t	603 401 t
1923	1 408 298 t	422 123 t

Hiervon entfällt auf den Warenverkehr in Wien allein:

	Im Jahre 1927	1926	1923
Ausfuhr samt Inlandverkehr	200 029 t	206 472 t	220 417 t
Einfuhr „ „	825 432 t	77 513 t	511 115 t
zusammen	1 025 461 t	983 985 t	731 532 t

Mangels amtlicher statistischer Aufzeichnungen über die Verteilung des Warenverkehrs auf die einzelnen Monate soll angenommen werden, daß sich der im Jahre 1928 stattgehabte Verkehr von etwa 2,2 Mill. t zu 9/10 auf die Monate März bis inkl. November und mit 1/10 auf die Monate Dezember, Januar und Februar, in welchen zumeist jede Schiffahrt ruht, aufteilt, so daß in den drei strengen Wintermonaten mit einem Warenverkehr in der österreichischen Donaustrecke von 220 000 t, davon 70 % für Ein- und Ausfuhr samt Inlandverkehr oder ca. 150 000 t und Transitverkehr ca. 70 000 t gerechnet werden kann. Wird weiters die bereits geleichterte Ladung der einzelnen Frachtfahrzeuge mit durchschnittlich 400 t (statt 630 t) angenommen, so würde der Inlandverkehr im Winter mit 375, der Durchzugsverkehr mit 175 Schleppern bewältigt werden können, was auf den Tag berechnet, eine Passage von 2 Schiffszügen mit zusammen 6 Schleppen ergibt, während bei Vorhandensein der vollen, durch die Wasserentnahme nicht eingeschränkten Wassertiefe im Strome gleichfalls 2 Schiffszüge mit zusammen nur 4 Schleppen täglich in der österreichischen Donau verkehren würden. Die Einschränkung, welche sich der Schiffsverkehr als Folge der Wasserentnahme für Kraftgewinnungszwecke im Winter gefallen lassen müßte, wird daher nur gering sein und im Durchzugsverkehr allenfalls in einer Leichterung der Frachttransportfahrzeuge bestehen müssen, während der Inlandverkehr ohne besondere Schwierigkeiten nötigenfalls auf die Bahnen überlenkt werden kann, die ja auch heute bereits den weitaus überwiegenden Teil des Güterverkehrs bewältigen.

Gewiß wird die zurzeit noch nicht absehbare Vollendung des Rhein—Main—Donaukanals eine Erhöhung der Frachten im Durchzugsverkehr mit sich bringen. Aber auch in diesem Falle wird die Inanspruchnahme des Schiffahrtsweges keine derartige sein, daß demgegenüber die Wasserkraftnutzung, welche der gesamten Volkswirtschaft zugute kommt, ganz vernachlässigt werden müßte und daß nicht eine Kompromißlösung im allgemeinen Interesse angestrebt und gefunden werden könnte.

Summary

Although the Danube only allows of the installation of low pressure plants, this river must undoubtedly be considered as one of the most important sources of water power in Austria. Considerable quantities of water viz. about 800—1000 m³ are available even at low water, which in virtue of the nature of the catchment area remains practically constant throughout the dry periods of winter and summer and so allows of a fairly constant minimum or mean annual output being obtained.

In principle three systems of exploiting the water power of the Danube are possible, to wit:

1. by the construction of weirs across the river at narrow points with the power station erected in line with the axis of the weir or transversely to it (in the latter case with a short head race for conducting the power water to the station),

2. by the construction of weirs and a fairly long navigable canal passing through the area liable to floods, with the power station erected at the end of the canal, and,
3. by means of plants with a free intake instead of a weir and with a fairly long head race in the area liable to floods for conducting the power water, which only includes part of the low water volume, otherwise as for Scheme 2.

In connection with the assumptions made above the output over a period of 10 months of stations equipped with weirs that it is proposed to erect on the Danube at Grafenau, Steyregg, Persenbeug, Aggsbach and Dürrenstein amounts to 281,110 HP, with a minimum of 262,350 HP and a maximum of 481,270 HP. In the case of stations equipped with power canals (Ottensheim and Wallsee) the corresponding figures are respectively 219,170 HP, 197,170 HP and 329,170 HP, while for stations with a free intake and a fairly long power canal the respective figures are 199,880 HP, 166,680 HP and 326,030 HP. These figures are of course subject to any modifications that may be made to the details of the scheme, probably involving an increase in the total capacity. The total annual available energy of all the power plants mentioned above may be taken as 5450 million kWh.

According to the pretensions of the shipping companies electric plants should be erected in such positions only, where contemporary obstacles for navigation would be removed, as f. i. at Persenbeug (work No. 5). But it is to be hoped, that in future a compromise will be made between the interested parts, allowing plant installations also in other localities of the Danube.

Österreich

Stand des Ausbaues der österreichischen Staubeckenanlagen und ihr Einfluß auf die Rationalisierung der österreichischen Wasserkräfte

Österreichisches Nationalkomitee

Ing. F. Kühnelt

Nach der vom deutschen Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit gegebenen Begriffsbestimmung bedeutet Rationalisierung die Erfassung und Anwendung aller Mittel, die Technik und planmäßige Ordnung zur Hebung der Wirtschaftlichkeit bieten[1]. Als hervorragendes Mittel technischer Wesensart zur Hebung der Wirtschaftlichkeit der bestehenden und der neu zu errichtenden Wasserkraftanlagen eines geschlossenen Wirtschaftgebietes hat sich, neben der Verbundwirtschaft, die Bereitstellung einer entsprechenden Menge speicherbarer Energie erwiesen. In einem im Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein am 26. März 1929 gehaltenen Vortrag über „Tagesfragen der österreichischen Energiewirtschaft. Winterversorgung, Auslandslieferung und Bauprogramm" hat der leitende Direktor der Steirischen Wasserkraft- und Elektrizitäts-Aktiengesellschaft in Graz, Ing. Dr. *Josef Ornig*, die Ansicht ausgesprochen, daß bei den klimatischen Verhältnissen Österreichs zur Erreichung einer Ausnutzung von etwa 75 bis 80 % der Jahresmittelleistung in trockenen Jahren eine Zuschußleistung im Ausmaße von etwa 10 bis 15 % der normalen Lauferzeugung an elektrischer Leistung (womöglich durch Speicherwirtschaft) beizustellen wäre. Da für die in Österreich vorhandenen Großwasserkraftanlagen (d. s. Anlagen von je mindestens 500 PS eingebauter Leistung) die amtliche Statistik nach dem Stande Ende 1928[2] ein maximales Jahresarbeitsvermögen von rund 3 Milliarden kWh ausweist[3], so müßten, wenn auf kalorische Zuschußarbeit verzichtet wird, Speicherräume mit

---

[1] Friedrich von Gottl-Ottlilienfeld: Vom Sinn der Rationalisierung. Verlag Gustav Fischer, Jena 1929.

[2] Die Wasserwirtschaft, 22. Jahrgang, Heft 14 vom 15. Mai 1929: Statistik des Ausbaues der Großwasserkräfte in Österreich nach dem Stande Ende 1928. Im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft verfaßt vom Österreichischen Wasserkraft- und Elektrizitätswirtschaftsamte (WEWA), Wien I, Ballhausplatz 2.

[3] Und zwar für

das Bundesland	Burgenland	—	Millionen kWh
„ „	Kärnten	334,3	„ „
„ Niederösterreich	und Wien	317,8	„ „
„ das Bundesland	Oberösterreich	371,0	„ „
„ „ „	Salzburg	357,1	„ „
„ „ „	Steiermark	526,6	„ „
„ „ „	Tirol	627,5	„ „
und „ „ „	Vorarlberg	415,4	„ „
d. s. zusammen		2 949,7	Millionen kWh

Zusammenstellung 1: In Österreich bestehende oder im Bau

P. Nr.	Gewässer	Name	Jahr des Betriebsbeginnes	Besitzer	Einzugsgebiet in km²	Speicherungsausmaß	Nutzbarer Inhalt in Million. m³	Rohgefälle in m	Gespeichertes Arbeitsvermögen in Million. kWh
1	Weitenbach	Edelsbergerteich	unbekannt	Franz Habsburg-Lothringen	13,29	—	0,26	—	—
2	Steyr	Steyrdurchbruch	1908	Portlandzement-Werk Kirchdorf, Hoffmann & Cie	600	nur bei Mittelwasser	0,84	13,30	0,022
3	Schwarzensee	Klause am Schwarzensee	1909	Österr. Kraftwerke A.-G.	10	J [4]	3,25	138	0,900
4	Erlauf	Erlaufklause	1910	N.ö. Elektrizitätswirtschafts-A.-G.	45	—	2,00	156	0,624
5	Lassingbach	Staumauer Wiener-Bruck	1910	,,	34,42	—	0,30	170	0,120
6	Gosaubach	Vorderer Gosausee	1912	Österr. Kraftwerke A.-G.	33	J	11,5	135,5 u. 196	7,624
7	Bockhartseebach	Bockhartseesperre	1912	Gewerkschaft Rathausberg	5,5	J	0,70	243,8	0,344
8	Almbach	Wiestalsperre	1913	Stadt Salzburg	175	Saisonspeichg.	5,5	85	0,935
9	Reisbach	Herrnteich	1922	Stadt Litschau	102	—	0,35	5	0,003

[4] Jahresspeicher.

befindliche Staubeckenanlagen für Wasserkraftspeicherung.

Eingeb. Leistung in PS	Art der Sperrenausführung	Grundrißgestaltung	Kronenlänge in m	Größte Sperrenkörperhöhe in m	Größte Stautiefe vor der Sperre in m	Gründung auf	Fußbreite: Höhe	Entlastung
—	Erddamm	gerade	146	8,10	5,50	Lehmboden u. Granit	3,73	Grundablaß
3000	Betonmauer	Bogen, R = 40m	43,5	15,50	—	Kalkfels	1,00	Grundablaß u. Hochwasserüberfall
1500	Betonmauer m. Hinterfüllung	Bogen, R = 300m	65	4,30	3,00	Fels	2,75	Hochwasserschütze
5000	Betonmauer	Bogen, R = 135m	87,52	34,00	29,00	Dolomit	0,66	Grundablaß u. Hochwasserüberfall
5000	Betonmauer mit Bruchsteinverkleidung	Bogen, R = 70 m	10,00	13,00	8,20	Dolomit	0,66	Grundablaß und Hochwasserüberfall
2000 u. 8000	Erddamm m. Betonkern	gerade	29,50	16,00	18,60	festgebackener Grundmoräne	4,35	Hochwasserschütze
396	Bruchsteinmauer	gerade	39,60	6,50	5,20	Fels	0,69	Überfall
6350	Bruchsteinmauer	Bogen, R = 60 m	69	34,5	27,0	Hauptdolomit	0,785	Grundablaß und Hochwasserüberfall
40	Erddamm	gerade	158	—	—	—	—	Grundablaß und Hochwasserschütze

Zusammenstellung 1: In Österreich bestehende oder im Bau befind-

P. Nr.	Gewässer	Name	Jahr des Betriebsbeginnes	Besitzer	Einzugsgebiet in km²	Speicherungsausmaß	Nutzbarer Inhalt in Million. m³	Rohgefälle in m	Gespeichertes Arbeitsvermögen in Million. kWh
10	Große Mühl	Langhalsen	1924	Österr. Kraftwerke A.-G.	500	Wo [5]	0,78	187	0,294
11	Archbach	Hüttenmühlsee	1924	Georg Schretter	137,8	kein Speicherbetrieb	0,10	6,2	0,001
12	Forstsee	Forstsee	1925	Kärtner Wasserkraftwerke A.-G.	2,18	J	3,89	157	1,220
13	Gr. Erlauf	Stierwaschboden	1925	Nö. Elektr. Wirtschafts-A.-G.	115,26	—	0,09	82	0,015
14	Almbach	Strubklamm	1925	Stadt Salzburg	100	Saisonspeicherung	2,5	113	0,565
15	Teigitsch	Langmannsperre	1925	Steir. Wasserkraft- u. El.-A.-G.	170	Wo	0,30	245	0,147
16	Spullersee	Spullersee	1925	Österr. Bundesbahnen	11,1	J	12,09[6]	805	19,460
17	Archbach	Plansee	1927	Markt Reutte	—	J	16,4	108	3,546
18	Achensee	Achensee	1927	Tiroler Wasserkraftwerke A.-G.	154,4	J	36,00	380	27,360

[5] Wochenspeicher.
[6] Bei Vollausbau (6 Turbinen); dzt. bei 4 Turbinen 13,1.

liche Staubeckenanlagen für Wasserkraftspeicherung: Fortsetzung.

Eingeb. Leistung in PS	Art der Sperrenausführung	Grundrißgestaltung	Kronenlänge in m	Größte Sperrenkörperhöhe in m	Größte Stautiefe vor der Sperre in m	Gründung auf	Fußbreite: Höhe	Entlastung
45 000	Betonmauer	gerade	116,5	13,5	9,0	Granit	0,87	2 Schleusen, 1 Stauklappe
294	Betonmauer	gerade	25,5	6,1	5,5	Kalkfels bzw. Kalkschotter	0,94	Grundablaß u. 2 Hochwasserschützen
3,450	Erddamm	gerade	—	7,5	5,7	—	4,0	Grundablaß und Hochwasserüberfall
5000	Betonmauer	gerade	65	11,0	7,90	Dolomit	—	Grundablaß und Hochwasserüberfall
10 560	Betonmauer	Bogen, R = 75 m	86	35,4	34,4	Hauptdolomit	0,81	Grundablaß und Hochwasser überfall
30 000	Betonmauer	gerade	84,10	26,0	16,0	Gneis	0,76	Grundablaß und Stauklappe
32 000	Betonmauer	Bogen, N Sp. R=400m S Sp. R = 5000 m	186 bzw. 278	27 und 37	32	Kalkfels	S 0,86	Grundablaß und Hochwasserüberfall
8 150	—	—	—	—	—	—	—	—
116 700	—	—	—	—	—	—	—	—

Zusammenstellung 1: In Österreich bestehende oder im Bau befind-

P. Nr.	Gewässer	Name	Jahr des Betriebs-beginnes	Besitzer	Einzugsgebiet in km²	Speicherungsausmaß	Nutzbarer Inhalt in Million. m³	Rohgefälle in m	Gespeichertes Arbeitsvermögen in Million. kWh
19	Mühldorfer Seebach	Mühldorfer Seesperre	1929	Mühldorfer Wasserkraftwerke A.-G.	2,42	J	1,19	81,4	0,193
20	Gosaubach	Gosauschmied	1929	Österr. Kraftwerke A.-G.	44	J	3,00	15	0,09
21	Tauernmoosbach	Tauernmoossperre	1929	Österr. Bundesbahnen	21,8	J	22,00	520	22,880
22	Ill	Vermuntsperre	—	Vorarlberger Illwerke A.-G.	57	J	5,40	717,5	7,760
23	Packer- u. Modriacherbach	Pack	—	Steir. Wasserkraft- u. El.-A.-G.	62	J	5,60	12 u. 245	2,880
24	Lünersee	Lünersee	—	Vorarlberger Illwerke A.-G.	28,8	J	40,00	890	71,200
				Summe			174,04	—	168,14

einem Gesamtarbeitsvermögen von rund 400 Mill. kWh vorgesorgt werden, um nur für die bisher in Österreich ausgebauten Wasserkräfte die nötige Winteraushilfe beizustellen.

Wie sieht es nun mit dem Ausbau von Speicherbecken in Österreich tatsächlich aus?

Die Zusammenstellung 1 gibt einen Überblick über die derzeit in Österreich bestehenden bzw. im Bau befindlichen Staubecken für Zwecke der Wasserkraftspeicherung.

In dieser Zusammenstellung sind die Staubecken in der Reihenfolge ihres Entstehens aneinandergereiht. Das Arbeitsvermögen der Speicher-

liche Staubeckenanlagen für Wasserkraftspeicherung: Fortsetzung

Eingeb. Leistung in PS	Art der Sperren-ausführung	Grundriß-gestaltung	Kronen-länge in m	Größte Sperren-körper-höhe in m	Größte Stau-tiefe vor der Sperre in m	Gründung auf	Fuß-breite: Höhe	Entlastung
1 400	Bruch-stein-mauer-werk	Bogen, R = 130 m m. westl. Flügel-mauer	35	8,0	—	Fels	—	Überlauf
1 500	Beton-mauer	gerade	—	30	—	Fels	—	Überfall
32 000	Beton-mauer	gerade	190	32,20	19,30	Gneis	0,75	Grundablaß und Hoch-wasser-überfall
120 000	Beton-mauer	geradl. ge-brochen	400	50	39	Gneis	0,73	„
—	Beton-mauer u. Erd-damm m. Beton-kern	Mittelteil im Bogen, R = 200 m, linker Flügel gerade	175 u. 55	35,5	25,5	Gneis	0,75	2 Grund-ablässe und Hochwasser-überfall
63 000	—	—	—	—	—	—	—	—

becken ist als roher Schätzungswert nach der Formel $E = \frac{Q \cdot H}{500}$ kWh[7] unter Einführung des Rohgefälles ermittelt, da die mir zur Verfügung stehenden Unterlagen zur Ermittlung der genauen E-Werte nach ÖNORM M 8601 nicht ausreichen.

In Abb. 1 ist das zeitliche Anwachsen des Speicherraumes bzw. des gespeicherten Arbeitsvermögens durch Zeichnung dargestellt, wobei zum Zwecke dieser Darstellung der Betriebsbeginn aller derzeit im Bau

[7] Schweizerische Wasserwirtschaft 1929, Heft 4: Speicher-Wasserkräfte und ihre Wirtschaftlichkeit. Von Dr. Robert Haas u. Dipl.-Ing. Carl Kromer-Rheinfelden.

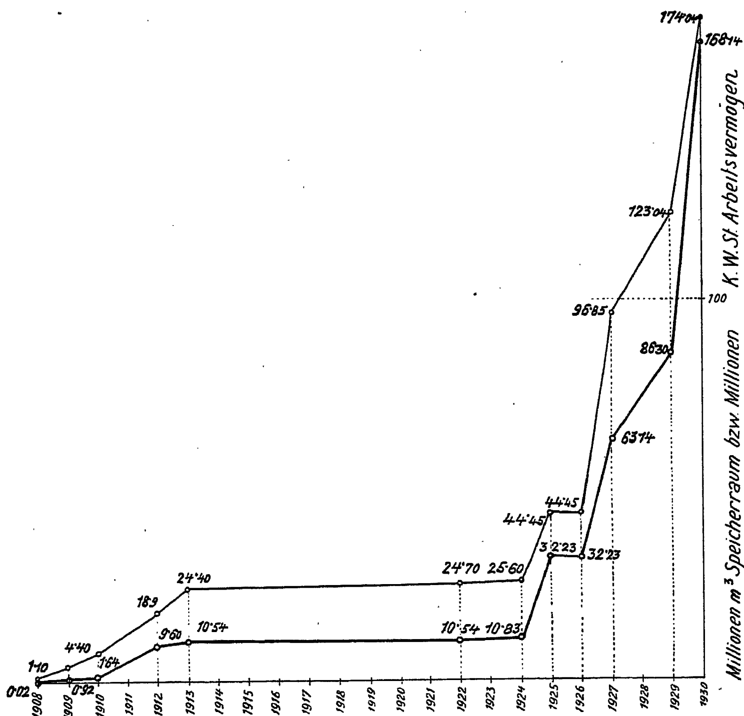


Abb. 1.
Zeitliches Anwachsen des Speicherraumes und des Arbeitsvermögens der österreichischen Staubecken für Wasserkraftspeicherung.

befindlichen Staubecken — der Einfachheit halber — in das Jahr 1930 verlegt worden ist. Die Abb. 2 bringt ein Gliederungsschaubild der bestehenden und im Bau befindlichen österreichischen Staubecken in einer von Prof. Dr. Ludin, Charlottenburg, angegebenen Darstellungsweise[8].

In Abb. 3 sind endlich eine Anzahl von Querschnitten durch die Staukörper der in Österreich bestehenden oder im Bau befindlichen Staubecken dargestellt. Die in Abb. 2 und 3 gewählten Kennziffern stimmen mit den Postnummern der Zusammenstellung 1 überein.

Nach Abb. 1 verfügt die österreichische Energiewirtschaft unter Einschluß der noch im Bau befindlichen Staubecken über einen Speicherraum von 174 Mill. m³ und dadurch über ein gespeichertes Arbeitsvermögen von 168 Mill. kWh, d. s. rund 5½% des maximalen Jahresarbeitsvermögens der österreichischen Wasserkraftanlagen am Ende des Jahres 1928.

[8] Wasserkraft und Wasserwirtschaft Jahrgang 9, Heft 3 vom 1. Februar 1929: Gliederungsschaubild Q — H — N. Beitrag zu den Methoden der Wasserkraftstatistik. Von Professor Dr. Ludin, Charlottenburg.

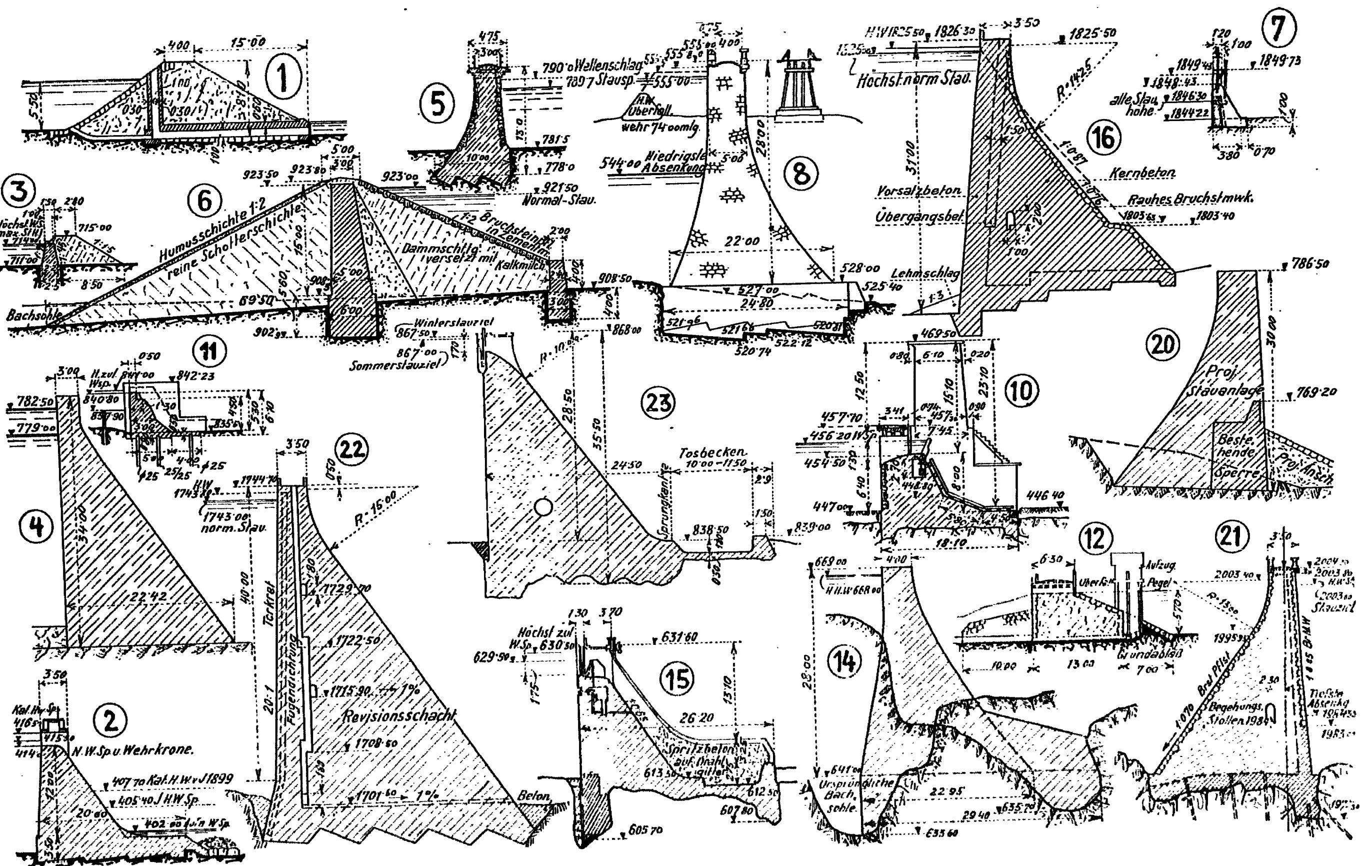


Abb. 3. Querschnitte durch die Staukörper von in Österreich bestehenden oder im Bau befindlichen Staubecken für Wasserkraftspeicherung.

Zusammenstellung 2: Entwürfe für

P. Nr.	Gewässer	Name	Wasserrechtsbesitzer oder -werber bzw. Projektsverfasser	Einzugsgebiet in km²	Speicherungsausmaß	Nutzbarer Inhalt in Million. m³	Rohgefälle in m	Gespeichertes Arbeitsvermögen in Million. kWh	Eingebaute Leistung in PS
		Kärnten							
1	Forstsee	Forstsee, Ausbau	Kärtner Wasserkraftwerke A.-G.	20,8	J	5,60	165	1,84	8 100
2	Garnitzenbach	Sperre St. Urban	—	—	—	0,30	—	—	—
3	Weißensee	Weißenseewerk	Land Kärnten	90,6	J	77,0	351	54,0	65 000
4	Reisseckseen	—	Treibacher chem. Werke	—	J	10,6	720	15,5	8 700
5	Oschenigsee	—	—	—	J	21,0	150	6,3	44 000
6	Weißensee	Weißenseewerk	Österr. Bundesbahnen	71	J	6,7	352	2,4	228 800
7	Millstättersee, Möll, Lieser, Drau	Millstätterseewerke	Bauunternehmung Madile & Co., Klagenfurt	2100	J	22,0	86	3,8	52 000
8	Millstättersee, Möll, Lieser, Drau	Millstätterstätterseewerke	Maschinenfabrik S. Sg. Rösch, Dornbirn	2100	J	—	70	—	20 000
		Niederösterreich							
1	Lunzersee	Ybbswerk Opponitz	Gemeinde Wien	—	J	10,0	24 u. 126	3	—
		Oberösterreich							
1	Rinnerbergerbach	Rinnerberger Klammsperre	Ludwig Zeitlinger	7,83	Saisonspeicherung	0,10	171,9	—	—

österreichische Wasserkraftspeicher

Art der Sperren-ausführung	Grundriß-gestaltung	Kro-nen-länge in m	Größte Sperren-körper-höhe in m	Größte Stau-tiefe vor der Sperre in m	Gründung auf	Fuß-breite: Höhe	Entlastung
Betonmauer	gerade	27,5	12,2	11	Phyllit-schiefer	0,74	Grundablaß und Hoch-wasser-überfall
—	—	25	15	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
Betonmauer	gerade	—	—	—	—	—	Grund-schleuse u. Überfall
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
Betonmauer	Gewölbe	10	16,5	14,5	Kalkfels	—	Grundablaß und Hoch-wasser-überfall

Zusammenstellung 2: Entwürfe für

P. Nr.	Gewässer	Name	Wasserrechtsbesitzer oder -werber bzw. Projektsverfasser	Einzugsgebiet in km²	Speicherungsausmaß	Nutzbarer Inhalt in Million. m³	Rohgefälle in m	Gespeichertes Arbeitsvermögen in Million. kWh	Eingebaute Leistung in PS
	Oberösterreich								
2	Kleine Mühl	Helfenbergsperre	Österr. Kraftwerke A.-G.	76,0	J	12,0	100 u. 187	6,9	14 600
3	Sarmingbach	Speicher Waldhausen	Mayreder Gruppe	Pumpspeicher		41,8	245	20,5	107 000
4	Dimbach	Speicher St. Nikola	Mayreder Gruppe	,,		34,0	156	10,6	108 000
5	Kleine Rodl	Sperre Ottensheim	Österr. Bundesbahnen			0,10			
6	Ranne	Sperre Neustift	Gesellschaft „Ranna“	164		2,50	186	0,9	19 000
7	Hinterer Gosausee	Gosauwerk, Hinterer See	Österr. Kraftwerke A.-G.		J	7,8	162	2,5	3 000
8	Große Mühl	Sperre Haslach	Österr. Kraftwerke A.-G.	—	J	30	169 u. 187	21,4	45 000
9	Steyr	Sperre Traunfried	Österr. Bundes-Bahnen	536	J	8,6	32	0,3	6 400
	Salzburg								
1	Gewässer des Tauerngebietes	Moserbodensperre	Land Salzburg	—	J	104	1495	312	—

österreichische Wasserkraftspeicher. Fortsetzung

Art der Sperren-ausführung	Grundriß-gestaltung	Kro-nen-länge in m	Größte Sperren-körper-höhe in m	Größte Stau-tiefe vor der Sperre in m	Gründung auf	Fuß-breite: Höhe	Entlastung
Betonmauer	Bogen, R = 500 m	200	30	20	Fels	0,76	Grundablaß, freier Überfall, Heber
Betonmauer	Bogen, R = 200 m	190	40,8	35	Fels	—	Grundablaß und Hoch-wasser-überfall
Betonmauer	Bogen, R = 300 m	352	96,0	87	Fels	0,80	Hoch-wasserüber-fall, Heber, Grundablaß
Betonmauer	—	90	27	—	—	—	—
—	—	120	37	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
Betonmauer	—	300	36	—	Granit	—	—
Bruchstein-mauerwerk	Bogen, R = 150 m	85	38	—	Fels	—	Klappen-wehr und Triftrinne (als Überfall wirkend)
—	—	—	—	—	—	—	—

Zusammenstellung 2: Entwürfe für

P. Nr.	Gewässer	Name	Wasserrechtsbesitzer oder -werber bzw. Projektsverfasser	Einzugsgebiet in km²	Speicherungsausmaß	Nutzbarer Inhalt in Million. m³	Rohgefälle in m	Gespeichertes Arbeitsvermögen in Million. kWh	Eingebaute Leistung in PS
		Salzburg							
2	Gewässer des Tauerngebietes	Orglerbodensperre	Land Salzburg	—	J	33	1075	71	—
3	,,	Tauernmoosbodensperre	,,	—	J	142	1495	425	—
4	Almbach	Strubklamm. Vollausbau Hintersee	Stadt Salzburg	—	—	8,5	115	1,95	—
5	,,	Wiestalsperre, Vollausbau	,,	—	—	7,5	87	1,3	—
		Steiermark							
1	Voraubach	Sperre Voraubach	Elin	45	—	1,33	—	—	—
2	Weißenbach	Weißenbachsperre	Elin	25,2	—	0,96	—	—	—
3	Burggrabenbach	Burggrabensperre	Elin	8,6	—	0,81	—	—	—
4	Utschbach	Utschgrabensperre	Felten & Guilleaume A.-G.	9,0	—	0,10	203,4	0,04	1 995
5	Salza	Salza-Klausen	Markt Maria Zell	337,1	—	10,0	32,10	0,65	5 600
6	Teigitsch	Hierzmann	Steir. Wasserkraft- u. El.-A.-G.	161,0	J	7,2	320	4,6	—
7	,,	Stampf		143,0	J	7,4	245	3,6	—

österreichische Wasserkraftspeicher. Fortsetzung

Art der Sperrenausführung	Grundrißgestaltung	Kronenlänge in m	Größte Sperrenkörperhöhe in m	Größte Stautiefe vor der Sperre m	Gründung auf	Fußbreite: Höhe	Entlastung
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
Betonmauer	Bogen	112	35	34	—	—	Grundablaß u. Überfall
Betonmauer	Bogen	124	26	25	Fels	—	Grundablaß u. Überfall
Betonmauer	Bogen	101	26	25	Fels	—	Grundablaß u. Überfall
Betonmauer	—	70,0	—	—	—	—	Grundablaß u. Energievernichter
Betonmauer	Gewölbe	60,0	38,10	—	Wettersteinkalk	—	Saugheber und 2 Grundablässe
Betonmauer	Gewölbe, R = 54 m	139	56	51	Fels	0,18	freier Überfall
Betonmauer	gerade	174	43	38	Fels	0,75	Schützenüberfall

Zusammenstellung 2: Entwürfe für

P. Nr.	Gewässer	Name	Wasserrechtsbesitzer oder -werber bzw. Projektsverfasser	Einzugsgebiet in km²	Speicherungsausmaß	Nutzbarer Inhalt in Million. m³	Rohgefälle in m	Gespeichertes Arbeitsvermögen in Million. kWh	Eingebaute Leistung in PS
		Steiermark							
8	Mixnitz	Teichalpe	Steir. Wasserkraft u. El. A. G.	12,5	—	2,50 1,50 1,65 1,86	—	—	—
9	Sölkbach	Sperre Kaltenbachsee	„	0,9	—	0,65	—	—	—
10	„	Sperre Hohensee	„	5,0	—	0,75	—	—	—
11	„	Sperre St. Nikolai	„	14,0	—	7,0	—	—	—
12	„	Sperre Schwarzensee	„	26,0	—	1,34	—	—	—
13	„	Sperre Oberer Sachersee	Steir. Wasserkraft- u. Elektr.-Akt.-Ges.	8,9	—	1,06	—	—	—
14	Talbach	Sperre Giglersee	„	2,8	—	1,35	—	—	—
15	„	Sperre Rissachersee	„	20,0	J	9,00	270	4,9	8 000
16	„	Tetter-Schladming	„	—	J	12,00	300	7,2	32 000
17	Enns	Gesäusewerk, Sperre Wolfsbachau	„	—	—	0,8	208	0,3	200 000
18	Kl. Sölkbach	Sperre Wald	Österr. Bundesbahnen	—	J	3,5	113	0,8	9 400

österreichische Wasserkraftspeicher. Fortsetzung

Art der Sperren-ausführung	Grundriß-gestaltung	Kronen-länge in m	Größte Sperren-körper-höhe in m	Größte Stau-tiefe vor der Sperre in m	Gründung auf	Fuß-breite: Höhe	Entlastung
—	—	—	14 8 20 22	—	—	—	—
—	—	—	8	—	—	—	—
—	—	—	8	—	—	—	—
—	—	—	28	—	—	—	—
—	—	—	4	—	—	—	—
Erddamm und Mauerwerk	—	—	13	—	—	—	—
„	—	—	5,5	—	—	—	—
Erddamm und Beton-mauerwerk	—	—	13	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
Mauerwerk	—	—	30	—	Haupt-dolomit	—	Überfall
Bruchstein-mauerwerk	Bogen, R = 250 m	244	5,15	—	Fels	0,60	Überfall

Zusammenstellung 2: Entwürfe für

P. Nr.	Gewässer	Name	Wasserrechtsbesitzer oder -werber bzw. Projektsverfasser	Einzugsgebiet in km²	Speicherungsausmaß	Nutzbarer Inhalt in Million. m³	Rohgefälle in m	Gespeichertes Arbeitsvermögen in Million. kWh	Eingebaute Leistung in PS
	Steiermark								
19	Talbach	Tetter-Schladming	Österr. Bundesbahnen	41,5	J	8,33	168	2,8	12 690
20	„	Sperre Rissachersee	„	20,4	J	7,00	270	3,5	4 770
21	Grundlsee	—	„	119	J	10,78	58	1,2	2 900
22	Ödensee	—	„	62	J	4,56	110	1,0	2 500
23	Altausseer See	—	„	69	J	13,16	64	1,7	1 500
24	Lahngang See	—	„	16	J	6,1	818	1,0	5 500
25	Lambrechtsbach	Sperre I	„	46	J	0,46	200	0,4	3 460
	„	„ II				0,37			
	„	„ III				0,19			
	Tirol								
1	Faggenbach	Sperre Platz	Österr. Bundesbahnen	196	J	0,15	340	0,1	11 200
2	Rifflbach	Rifflseesperre	Land Tirol	16	J	3,39	540	3,7	3 100
3	Finstertalsee	Sperre Kühtei	Österr. Bundesbahnen	5,4	J	4,30	907	7,8	12 080
4	Stubenbach	Sperre Wald	Österr. Bundesbahnen	46,0	J	0,29	9 07	0,5	—

österreichische Wasserkraftspeicher. Fortsetzung

Art der Sperren-ausführung	Grundriß-gestaltung	Kro-nen-länge in m	Größte Sperren-körper-höhe in m	Größte Stau-tiefe vor der Sperre in m	Gründung auf	Fuß-breite: Höhe	Entlastung
Erddamm mit Lehmkern	gerade	—	—	19,0	—	4,6	Hoch-wasser-überfall
Bruchstein-mauerwerk	Bogen, R = 150 m	121	31,10	24,6	Fels	0,68	Hoch-wasser-überfall
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
Erddamm mit drei armierten Betonkern-dämmen	Bogen, R = 330 m	—	16	—	Fels	—	Rohrdurch-laß, Überfall
„	Bogen, R = 330 m	—	15	—	Fels	—	„
„	Bogen, R = 330 m	—	14	—	Fels	—	„
Betonmauer	gerade	88	9,5	6	Bergsturz	—	Grundablaß Saugüber-fall, freier Überfall, Umlauf-stollen
Betonmauer mit Stein-verkleidung	Bogen, R = 70 m	69	10,0	4,00	Bergsturz-masse und Erdmoräne	—	Überfall
Mauerwerk	Bogen, R = 100 m	190	26	21	Gneisfelsen	—	Grundablaß und Hoch-wasser-überfall
Erddamm mit Eisenbeton	gerade	180	21,5	—	Bachschutt m. tonigen Einschaltg.	—	—

P. Nr.	Gewässer	Name	Wasserrechtsbesitzer oder -werber bzw. Projektsverfasser	Einzugsgebiet in km²	Speicherungsausmaß	Nutzbarer Inhalt in Million. m³	Rohgefälle in m	Gespeichertes Arbeitsvermögen in Million. kWh	Eingebaute Leistung in PS
		Tirol							
5	Rochenbach	—	P. Stimmer in Zell bei Kufstein	1,75	—	0,10	38,5	—	—
6	Lech und Plansee	Lech-Planseewerk	Lech-Planseewerke A.-G.	—	J	500	185	185,0	400 000
7	Leutascher Ache	Sperre Plaik I	Land Tirol	—	J	5,8	—	—	—
8	„	Sperre Plaik II	„	—	J	6,1	600	7,3	30 000
9	Karwendelbach	Sperre Scharnitz	Ing. Th. Böhm in München	—	J	7,5	88	1,3	15 000
10	Isar	Sperre Scharnitz	Ing. Th. Böhm in München	—	—	30,0	—	—	—
11	Ampelsbach	Ampelsbachsperre	Tiroler Wasserkr. Werke	28,4	J	10,7	380	8,13	im Achenseekraftwerk 116 700
12	Greybach	Greybach-Sperre	Österr. Bundesbahnen	—	—	5,7	—	—	—
13	Lavierbach	Lavierbachsperre	Franz Huber in Rum	12,7	Tagesspeicherung	0,01	157,18	—	650
14	Brandenbergerache	Sperre Pinegg	Österr. Bundesbahnen	230	J	9,80	131	2,57	20 000
15	Reintalersee	Absperrdamm	„	230	J	1,1	59	0,1	9 000

österreichische Wasserkraftspeicher. Fortsetzung

Art der Sperren-ausführung	Grundriß-gestaltung	Kronen-länge in m	Größte Sperren-körper-höhe in m	Größte Stau-tiefe vor der Sperre in m	Gründung auf	Fuß-breite: Höhe	Entlastung
Erddamm	gerade	125	10,2	8,9	Wettersteinkalk u. undurchlässig. Lehmboden	—	Grundablaß und Hochwasserüberfall
1 Damm, 1 gemauerte Sperre	—	—	—	—	—	—	—
Beton	—	205	40	—	—	—	—
Beton	—	—	50	—	—	—	Hochwasserüberfall, Grundablaß
Beton	Bogen	55	72	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
Betonmauer, Erddamm mit gemauertem Kern	Mauer im Bogen, R = 150 m Damm gerade	Mauer 124,5 Damm 104,5	49,5	—	Fels	0,74	Grundablaß und Überfall
—	—	353	36	—	—	—	—
Betonmauer	Bogen, R = 80 m	42,8	11,8	8,5	Terrassen-Schotter	—	Grundablaß und Überfall
Betonmauer	Bogen, R = 50 m	34	36,5	34,4	Fels	0,72	Umlaufstollen, Überfall
Erddamm	gerade	—	9,0	—	—	—	—

Zusammenstellung 2: Entwürfe für

P. Nr.	Gewässer	Name	Wasserrechtsbesitzer oder -werber bzw. Projektsverfasser	Einzugsgebiet in km²	Speicherungsausmaß	Nutzbarer Inhalt in Million. m³	Rohgefälle in m	Gespeichertes Arbeitsvermögen in Million. kWh	Eingebaute Leistung in PS
		Tirol							
16	Tux- u. Zemmbach	--	Zillertaler-kraftwerke A.-G.	360	Tagesspeicherung	0,01	202	—	18 000
17	Stubenbach	Stuibenwerk	Gemeinde Ötz	—	Tagesspeicherung	0,007	370	—	1 000
18	Ötztalerache	Werk Umhausen	Österr. Bundesbahnen	—	—	0,02	170	—	—
19	Großache	Sperre bei Kössen	,,	699	J	38,0	150	5,7	40 800
20	Pitzenbach Inn	Sperre bei Wenns	Leopold Rhomberg Dornbirn	3000	J	2,0	150	0,3	72 000
		Vorarlberg							
1	Ill	Obervermuntsperre	Vorarlberger Illwerke A.-G.	35	J	20,0	266	10,65	28 000
2	Rotbach	Sperre Langen	Ing. Hallinger	800	—	0,1	—	—	—
3	Bregenzerache	Sperre Egg	Ing. Hallinger	800	—	0,4	—	—	—
4	Lutz- u. Marulbach	Sperre Thüringen	Österr. Bundesbahnen	179	J	2,5	150	0,4	21 000

Art der Sperren-ausführung	Grundriß-gestaltung	Kronen-länge in m	Größte Sperren-körper-höhe in m	Größte Stau-tiefe vor der Sperre in m	Gründung auf	Fuß-breite: Höhe	Entlastung
Betonmauer	gerade	—	54	10,0	—	0,66	Überfall
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
Bruchstein-mauerwerk	Bogen, R = 150 m	143	34,0	—	Fels	—	Umlauf-stollen
Eisenbeton	Bogen, R = 200 m	180	40,0	—	Fels	—	Überfall Grundablaß
Betonmauer	gerade	350	58	38	Gneisfels	0,68	Grundablaß u. Hoch-wasser-überfall
—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—
Erddamm mit Betonkern	gerade	—	10,0	—	—	—	Hoch-wasser-überfall

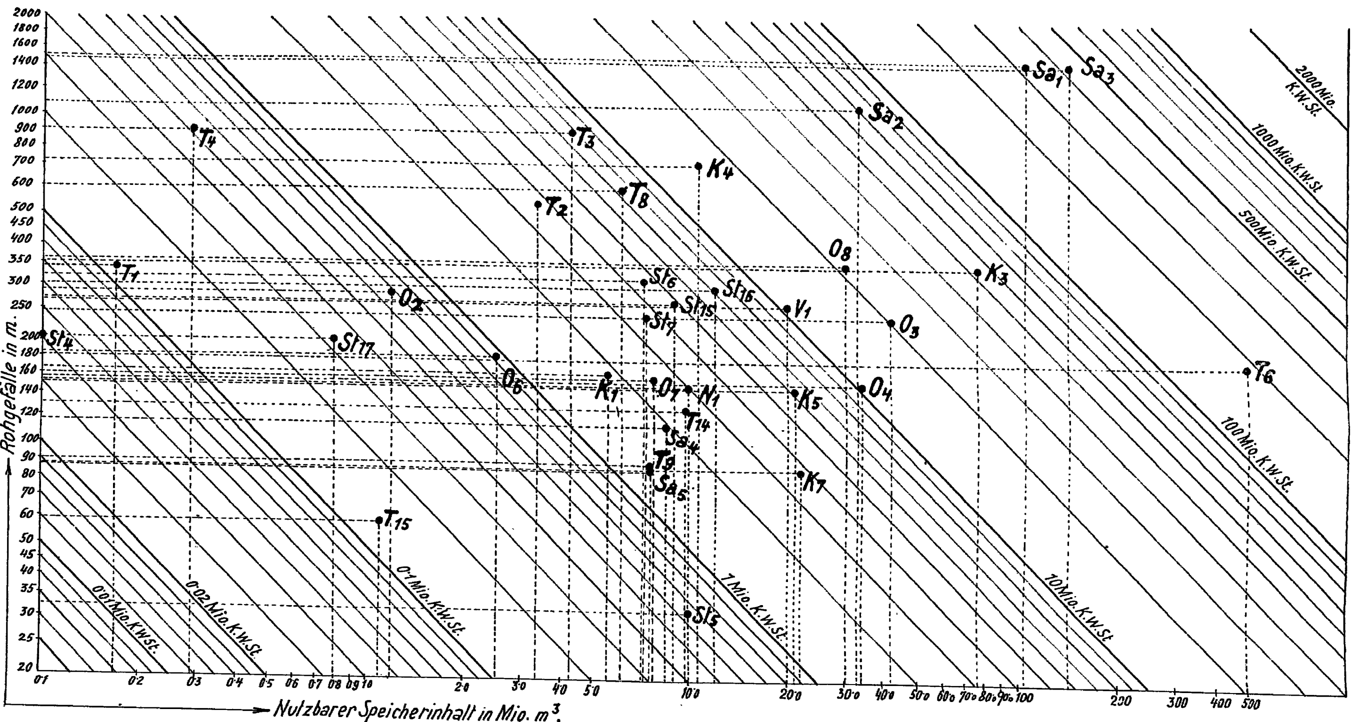


Abb. 4. Darstellung des Arbeitsvermögens einiger geplanter Wasserkraftspeicher.

Der Gedanke der Speicherwirtschaft hat eben, wie Abb. 1 deutlich vor Augen führt, erst in der allerjüngsten Zeit sich im österreichischen Wasserkraftausbau praktisch ausgewirkt.

Auf dem Hoheitsgebiete der heutigen Republik Österreich reichen auch die bescheidensten Anfänge der hydraulischen Wasserkraftspeicherung nur wenige Jahre vor den Kriegsbeginn zurück. Während des Krieges und in den ersten Nachkriegsjahren ist kein einziger Wasserkraftspeicher in Betrieb genommen worden. Erst in den letzten fünf Jahren ist die Entwicklung des österreichischen Wasserkraftausbaues immer mehr in die Richtung der Herstellung von großen Speicherbecken gedrängt worden. Es ist selbstverständlich, daß in dieser kurzen Zeit der eingangs als anstrebenswert erklärte Anteil von speicherbarer Wasserkraftleistung an dem gesamten maximalen Jahresarbeitsvermögen der Großwasserkraftanlagen nicht erreicht werden konnte. Der bisher erreichte Hundertsatz an speicherbarem Arbeitsvermögen muß sogar als durchaus anerkennenswert bezeichnet werden, um so mehr als die Aussichten auf eine stetige Besserung des Verhältnisses zwischen speicherbarer und nicht speicherbarer Wasserkraft durchaus günstig stehen.

Die Lehren des strengen Winters von 1928 auf 1929 und die bisherigen Betriebserfahrungen des größten, schon im Betriebe stehenden österreichischen Staubeckens, des Achensees, zeigen die Notwendigkeit eines beschleunigten Ausbaues großer Speicherbecken auf, soweit die natürlichen Verhältnisse des österreichischen Geländes eine technisch einwandfreie und wirtschaftlich gerechtfertigte Herstellung solcher Speicherwerke ermöglichen.

Einen Überblick über diesbezüglich vorhandene Entwürfe gibt die Zusammenstellung 2. Ohne einen Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, sind in dieser Zusammenstellung, nach Bundesländern geordnet, in Österreich geplante Staubeckenbauten aufgezählt, für welche bereits Bauentwürfe ausgearbeitet und studiert worden sind.

Das Verzeichnis der in Österreich geplanten Staubecken ist nach dem Verfasser zugänglichen Entwürfen, nach Mitteilungen der politischen Verwaltungsbehörden und unter Benützung der bezüglichen Angaben Dr. *Ornigs*[9] zusammengestellt worden.

Mit der Bauausführung der in dieser Zusammenstellung beim Teilverzeichnis für das Bundesland Tirol (unter Postnummer 16) angeführten Sperre ist im August 1929 begonnen worden.

Abb. 4 gibt als Gliederungsschaubild einen Überblick über das Arbeitsvermögen einiger der geplanten Speicher. Die Speicher sind durch die Anfangsbuchstaben der Bundesländer mit beigesetzter Postzahl im betreffenden Teilverzeichnisse gekennzeichnet.

---

[9] Ing. Dr. J. Ornig: Österreichs Energiewirtschaft, Verlag Julius Springer, Wien 1927.

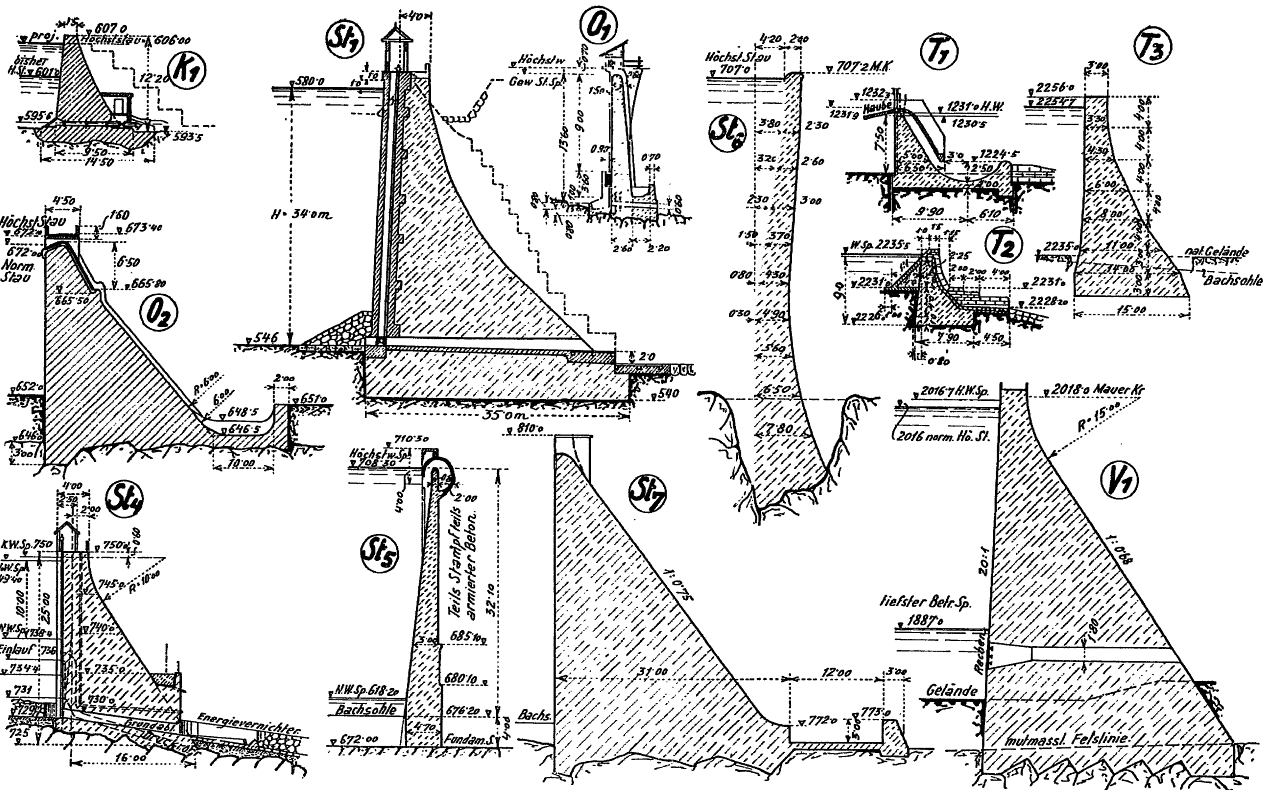


Abb. 5. Querschnitte durch die Staukörper einiger geplanter Wasserkraftspeicher.

Auf Abb. 5 sind eine Anzahl von Querschnitten von geplanten Staukörpern dargestellt, deren Kennzeichnung in der gleichen Art wie in Abb. 4 erfolgt ist.

Auf Abb. 6 sind schließlich in einer Landkarte von Österreich die Standorte der bestehenden und geplanten Staubecken kenntlich gemacht.

Der vorstehende, erstmalige Versuch, einen groben Überblick über den Stand des Speicherausbaues in der österreichischen Wasserkraftwirtschaft zu geben, läßt erkennen, daß Österreich in den letzten Jahren in die Reihen jener Länder eingetreten ist, die an allen technischen Fortschritten des Speicherausbaues lebhaft interessiert sind und daher auch dem Aufbau und Ausbau einer zwischenstaatlichen Gemeinschaftsarbeit auf dem Gebiete des Talsperrenbaues große Aufmerksamkeit zuwenden. Die lebhafte Bautätigkeit der letzten Jahre auf dem Gebiete des Talsperrenbaues rückt auch in Österreich die sehr umstrittene Frage in den Vordergrund, inwieweit eine regelnde Einflußnahme auf den Talsperrenbau durch Verwaltungsverfügungen vom Standpunkte der öffentlichen Sicherheit bei dem heutigen Stande der Wissenschaft erwünscht ist.

Wie sich die einzelnen Staaten bisher zu dieser Frage verhalten haben und welche Vorschriften von ihnen aufgestellt worden sind, kann in einem im Sommer 1925 von dem Wiener Ingenieur Dr. *Oskar Vas* veröffentlichten Aufsatz[10] nachgelesen werden, der zu diesen Vorschriften sowie zu dem bereits damals in Beratung stehenden Entwurf einer österreichischen Staubeckenverordnung in beachtenswerter Weise kritisch Stellung nimmt. Seither sind auf diesem Gebiete — soweit dem Verfasser bekannt ist — nur in Italien mit königlichem Dekret vom 31. Dezember 1925 neue Vorschriften erlassen worden.

Da es neben den Talsperren wohl kaum noch andere Ingenieurbauwerke gibt, die den staatlichen Stellen, welche die baupolizeiliche Genehmigung auszusprechen haben, eine so große Verantwortlichkeit auflasten, während andererseits die theoretische Erfassung der Standsicherheitsbedingungen sich noch in voller Entwicklung befindet, erscheint es dem Verfasser in erster Linie erforderlich, in das Genehmigungsverfahren einen fachtechnischen Beirat hoher fachlicher Befähigung (Staubeckenkommission) als sachverständigen Gutachter einzuschalten und die Anhörung dieses Beirates den genehmigenden Stellen vor der Genehmigung von Sperrenbauten, deren Entwurfsüberprüfung ein besonderes Fachwissen erfordert, zur Pflicht zu machen.

Eine solche Einrichtung ersetzt alle Vorschriften für besondere Talsperrenbauweisen, die entwicklungshemmend wirken könnten, in der vollkommensten und befriedigendsten Weise. Es bleibt dann nur

[10] Die Wasserwirtschaft, 18. Jahrgang, Heft 10 vom 15. Mai, Heft 11 vom 1. Juni, Heft 12 vom 15. Juni und Heft 13 vom 1. Juli 1925: Vom modernen Talsperrenbau. Von Ing. Dr. Oskar Vas, Wien.

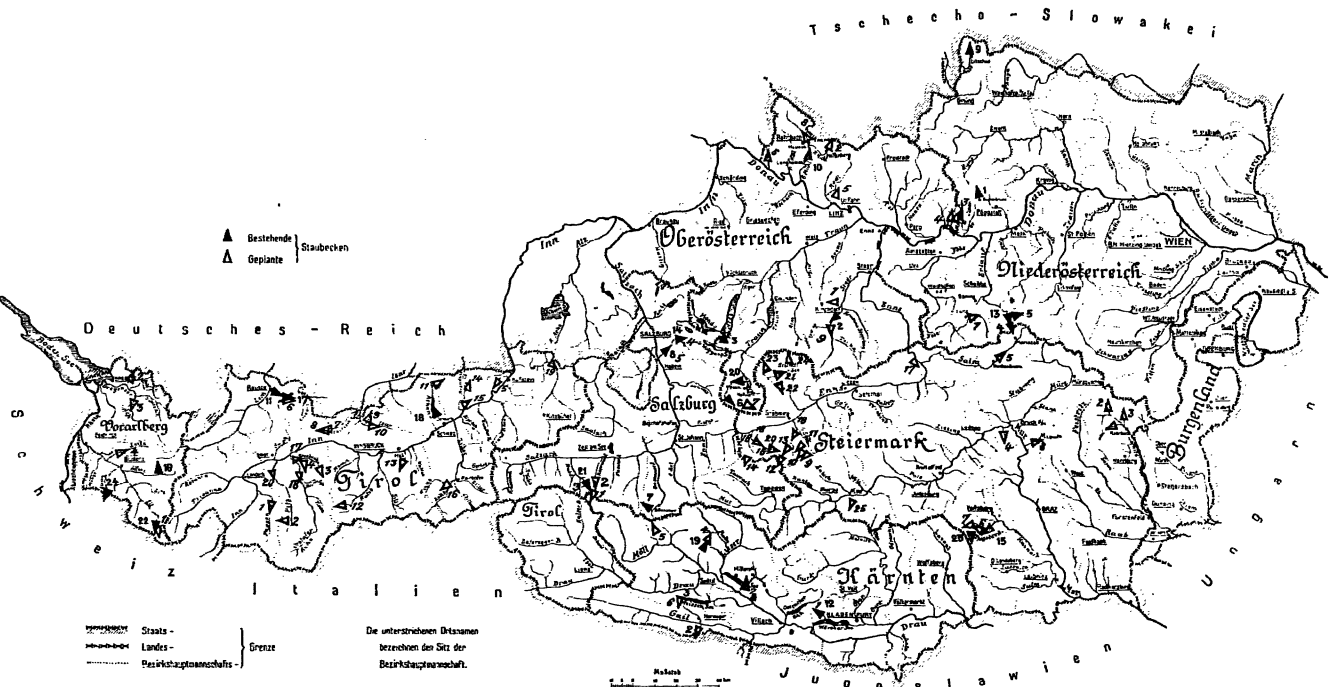


Abb. 6. Übersicht über die Standorte der in Österreich bestehenden und geplanten Staubecken.

noch die Erlassung von Vorschriften für Bauwerke mit verhältnismäßig klaren und einfachen Standsicherheitsbedingungen erforderlich, zu deren Beurteilung die Heranziehung des Fachbeirates entbehrlich erscheint, d. s. Gewichtsstaumauern und kleinere Dämme einfachster Bauweise. Natürlich muß auch bei der Abfassung dieser Richtlinien mit der größten Vorsicht vorgegangen werden, damit die nötige Elastizität gewahrt und jede entwicklungshemmende Wirkung ausgeschlossen bleibt.

Zunächst ist die Begriffsbestimmung der unter die skizzierte verwaltungsrechtliche Sonderbehandlung fallenden Staubecken so zu geben, daß diese sich bei voller Rücksichtnahme auf die Forderungen der öffentlichen Sicherheit gegen Wassergefahren doch nicht auf einen allzu weiten Kreis von Bauwerken erstreckt. Über die bei einem Staubeckenentwurf zu beobachtenden allgemeinen Grundsätze sicherheitspolizeilicher Natur sind die Meinungen ziemlich abgeklärt. Ebenso begegnet die wünschenswerte Festlegung der Art und des Umfanges der formellen Ausfertigung der Entwürfe keinen besonderen Schwierigkeiten. Die Frage der Unschädlichmachung des Eisdruckes läßt sich oft betriebstechnisch lösen, wenn es sich nicht um unbediente Hochgebirgsspeicher handelt. Ihre endliche Klärung wäre eine dankbare Aufgabe für eine zwischenstaatliche fachliche Gemeinschaftsarbeit. Um die Klärung der Wirkung des Auftriebes und Unterdruckes in Talsperren ist der österreichische Hochschulprofessor Ing. Dr. *Fillunger*[11] unermüdlich bemüht. Die Festsetzung der zulässigen Spannungsgrenzen (unter möglichster Berücksichtigung der Festigkeitssteigerung durch Nacherhärtung) beeinflußt die Entwicklung des Talsperrenbaues in starkem Maße und bildet daher eine Entscheidung schwerwiegendster Art.

Einen der wichtigsten Abschnitte der zu erlassenden Richtlinien müßten jedoch Vorschriften bilden, die zu einer gewissenhaften Durchführung der Bauarbeiten anleiten und eine eingehende behördliche Beaufsichtigung der Bauarbeiten verbürgen. Schließlich werden auch der Betrieb, die Erhaltung, Wartung und behördliche Überwachung der Staubecken durch grundsätzliche Anordnungen geregelt werden können.

Soweit die baupolizeiliche Regelung der Talsperrenbauten nach technischer Zweckmäßigkeit zielt, könnte sie und müßte sie eigentlich in allen Ländern gleichartig erfolgen. Bei objektiv fachlicher Einstellung sind Unterschiede nur in der Verschiedenheit der vorherrschenden Geländeverhältnisse und Baustoffe, sowie durch die Anpassung an die in den einzelnen Staaten bestehenden Verwaltungseinrichtungen begründet.

Der umrissene Gegenstand bietet sohin Gelegenheit zu weitgehender zwischenstaatlicher Gemeinschaftsarbeit.

---

[11] Siehe die „Wasserwirtschaft", 22. Jahrgang, Heft 18 vom 25. Juni, Heft 20 vom 15. Juli und Heft 21 vom 25. Juli 1929: Auftrieb und Unterdruck in Talsperren. Von Ing. Dr. P. Fillunger, o. ö. Professor der technischen Mechanik an der Technischen Hochschule in Wien.

Summary

In order to secure a rational means of balancing the quantity of electrical energy generated for normal consumption and the extra quantity required in the winter months, the provision of an additional supply of 10 to 15 % of the normal quantity generated may be considered as necessary, this additional supply being obtained by storage.

It is shown that the capacity of existing storage basins and of those under construction amounted at the end of 1928 to only 5 ½ % of the max. annual output of Austrian water power plants. It is likely that a greater number of storage basins will be developed in the immediate future.

The steps taken by the Government to control this work of development by the provision of special administrative machinery and regulations may be of considerable interest. The problems to be solved are in many respects the same in all countries in as much as administrative measures are dictated by technical expediency and an opportunity is here afforded of international co-operation on a large scale.

Nr. 95

Brazil

Water Power Resources of Brazil

Geological and Mineralogical Survey of Brazil

Euzebio Paulo de Oliveira

With an area of 8,500,000 square kilometers, Brazil has enormous resources of hydroelectric energy which place it amongst those countries more favoured by nature in this respect.

By reason of the lack of systematic studies, it is impossible to give a complete list of the numerous water falls which constitute the most important source of energy in Brazil.

It was only in the year 1921 that the Geological and Mineralogical Survey of Brazil started to make a systematic study of these sources of energy.

In making the temporary list of the power of the water falls care was taken that only exact and true data were used, based on the surveys already made by the Geological and Mineralogical Survey of Brazil.

As, however, the studies made in some basins were very deficient, it was imperative to adopt methods already employed in other countries. The power of the water fall being a function of the discharge or drainage as well as of the height of the fall, attempts were made to calculate it on the basis of an estimation of the drainage at the point of the fall, relatively to the area of the hydrographic basin.

After measuring the hydrographic area a factor was applied varying according to the zone, by which the resulting drainage was considered as a minimum, giving a permanent value to the power.

The choice of this factor was possible by the use of the data of the limnimetric graphs and curves of the drainages of the rivers, the course of which was duly studied, and with which a graph was drawn showing the approximate drainage per liter, per second and per square kilometer of the hydrographic basin. This factor varied from 5 to 10 liters per second and per square kilometer. The other element of the power, the height of the fall, is in many cases well known; in others information was obtained from official maps and publications; always bearing in mind the locality of the fall in the low course, in the medium or in the high course of the valley.

The valuation does not cover the hypothesis of accumulations, which in many cases are possible, in the higher course and in the medium ones of the rivers, this helping to considerably increasing the energy of

any particular fall. Having given these explanations, we will now proceed to list the calculated total of the available hydro-electric energy in Brazil, per basin.

1. Amazonas basin	6,812,595	HP
2. Northeastern basin	110,980	,,
3. S. Francisco basin	746,854	,,
4. Eastern basin	1,768,334	,,
5. Paraguay basin	104,150	,,
6. Paraná basin	4,732,460	,,
7. Uruguay basin	190,200	,,
8. Southwestern basin	641,910	,,
Total	15,107,483	HP

Regarding the production, the most interesting basins are those of Paraná (6), Southwestern (8) and the São Francisco.

By a remarkable coincidence, the area covered by these basins, where the majority of our industries are located, is also the most densely populated of Brazil and, for that reason, destined to be, in the very near future, of great importance for the installation of the iron industry close to the vast deposits of that metal in the State of Minas Geraes. This industry, the future true propulsive lever of our progress, will certainly have to depend on water power for its purposes, and in the Rio Doce Valley (Basin 4), thanks to its enormous hydraulic energy, it is easy to foresee the beginning of a new era of economical transformation.

The Paraná Basin (6), is, undoubtedly, the most important not only by reason of its greatest volume of available waterpower, but also due to the very valuable zone it serves.

The drainage axis of this basin is the Paraná river which has many tributaries, among which the following should be mentioned: Iguassu river, Paranápanema river, Tieté river, Rio Grande river and the Parana-Paranahyba river.

In the Paraná river there is the Guahyra Fall, also known as the "Sete Quedas", which is one of the prettiest in Brasil, or even in the world, having a minimum potential of 1,000,000 HP, and being located between Paraná and Matto Grosso States, near to the frontier of Paraguay.

Towards the North, beyond the confluence of the Tieté river, there is the magnificent Urubupunga-Fall, estimated at 447,000 HP. From among their tributaries the Iguassu river has the renowned falls of Santa Maria or the Iguassu cataracts, on the frontier of the Argentine Commonwealth. These falls have been studied by an Argentine Commission of Engineers, which calculated its power, as a minimum, of 337,000 HP, half of which may be utilised by Brazil. There is also in this river's course the Osorio (70,000 HP), and the Salto Grande Falls. In the Paranápanema river, where there exist a great number of rapids, there is also the Salto Grande do Paranápanema Fall (20,000).

The Paranahyba river, the main affluent in the upper course of the Paraná river, also has some water-falls located in the valley through which it flows, such as, for instance, the Dourados Fall (200,000 HP).

The Paraná basin, of a total area of 803,000 square kilometers, is a reservoir of hydraulic power that will serve and greatly benefit part of the States of Santa Catharina, Paraná, São Paulo, Minas Geraes, Matto Grosso and Goyaz.

Basin 5, which is also of great importance, is constituted by numerous rivers discharging direct into the ocean.

Part of this region, which also presents great possibilities for the production of hydraulic power, is located to the south of the Paraguassú river.

We shall first mention the Rio Doce Valley, to which reference has been made above, and which, even though but roughly developped, generates much energy. This valley, the extreme ends of which are located in the vicinity of very rich iron ore deposits, is one of the greatest iron centers of South America.

Some of its principal water-falls, of a total power of 135,000 kW and located in the Piracicaba river, were accurately studied by the Geological and Mineralogical Survey of Brazil, for the purpose of ascertaining its value in the project of the construction of important iron industries.

From one more valley, in the Parahyba river large amounts of power can be developped, not only from the use of the falls proper, but also from two other sources which show possibilities for the deviation of part of the water into the ocean.

In the former case, Salto, Paredão and Funil (40,000 HP) and Sapucaia (76,000 HP), should be mentioned. In the latter, we have the Bairro Alto-Mococa (70,000 HP) and Barra do Pirahy-Paracamby.

The São Francisco Basin, which is made up by the São Francisco river and its tributaries, with its longitudinal axis too much lengthened relatively to its width, presents in its lower course the beautiful "Paulo Affonso Fall", the most important of all the northern hydraulic resources of the country. Considerable hydraulic works may be developped in order to duplicate the power of these falls.

As the greater part of the São Francisco river is navigable, there being no power developments installed, the falls are apparent in the affluents on its left and right banks, such as the Rio Grande, Correntes, Paracatú, etc., which yield the formation of the most valuable falls the particulars of which are unknown. In its upper part, the São Francisco river receives the waters of many tributaries, such as the Rio das Velhas, Parauna, Paraopeba and Lambary, with numerous falls of 1,000—10,000 HP, inferior power, it is true, but of great importance relatively to local economy.

The São Francisco Basin has an area of 666,000 square kilometers, and irrigates part of the States of Minas Geraes, Bahia, Pernambuco, Alagôas and Sergipe.

The three basins above mentioned and briefly described, are sufficient to show the importance they present as sources of hydraulic power, located in the most important parts of Brazil, economically speaking.

Antas (50,000 HP), Inferno (20,000) and Itapanhãu (60,000 HP) rapids are remarkable.

The Paraguay basin, of 371,000 square kilometers, exclusively bathes part of the State of Matto Grosso. In it are several heavy falls, which to this day, are undevelopped.

From the Northern basins (2) only the Parnahyba river and those to the west are interesting, because they have their courses broken in the arid zones, where the drought is continuous for many months of the year. In this basin the rivers of continuous flow present possibilities of development which are not to be despised, but they are actually devoid of interest because of the thinly populated zone they serve.

Amazonas basin (1), is the largest of them all; with colossal water courses covering 4,748,000 square kilometers of land. In the upper part served by many tributaries, there are many rapids and many beautiful falls, such as the Utiarity (80,000 HP), Bello (35,000 HP).

Utilized energy: Until the end of 1928 there were developped 650,000 HP of the water falls of Brazil. This represents only about twenty-three hundreths of the minimum potential energy available in the country. It is in the States of S. Paulo, Rio de Janeiro and Minas Geraes that are found the most important hydro-electric installations of the country, and this is so in a relatively small portion in the vicinity of the Cities of Rio de Janeiro (1,600,000 inhabitants) and Sao Paulo (700,000).

The energy is used for public illumination and for private lighting, traction of tramways and as mechanical energy to small industries.

These services are in charge of the Light and Power Co. of Rio and S. Paulo.

Relatively to the use of electrical energy in railroads we have the following notes to submit:

In 1922 the Paulista Railway Co. had 44 kilometers of electrified lines; and later it also had 245,905 km which were inaugurated to Rincão Station, from Jundiahy. The results were highly satisfactory, both from a technical and economical point of view.

Later, in 1924, the traffic was inaugurated in the Campos de Jordão Railway (46,580 km) there also existing the electrified Corcovado Railway, in Rio de Janeiro.

The Central do Brazil, Sorocabana and Oeste de Minas Railways all have projects covering the electrification of a part of their lines. A part of the Oeste de Minas Railway, between Barra Mansa and Augusto Pestana, over the Serra do Mar (Sea Range) was recently electrified (72,942 km).

Finally, Brazil, due to the deficiency of mineral fuel deposits, is a vast field open to foreign capital and technical enterprises, particularly of those interested in the development of the hydro-electric industry.

Résumé

Le Brésil possède dans ses nombreuses chutes d'eau, des ressources énormes d'énergie.

Depuis 1921, le Service Géologique et Minéralogique a entamé une étude systématique de ces sources de force motrice. On s'est servi de méthodes basées sur la connaissance du bassin hydrographique pour déterminer le débit de beaucoup de ces chutes.

L'évaluation de la puissance ainsi disponible, qui n'est qu'un minimum, parce qu'on n'y a pas considéré la possibilité des améliorations, conduit au total de 15 000 000 CV.

Les bassins les plus importants au point de vue de la production, sont ceux de Paraná, du sud ouest et de Sao Francisco. Ils sont aussi les plus peuplés, riches en minerais de fer, et on peut leur prédire un avenir brillant. L'auteur donne des particularités concernant les forces hydrauliques exploitables.

On n'a encore capté qu'une petite partie de cette source d'énergie.

L'électricité produite sert à l'éclairage public et privé, à la traction des tramways et aux petites industries.

Des lignes de chemin de fer ont été électrifiées avec un succès pleinement satisfaisant. On peut présager une ère de développement incomparable à l'exploitation hydro-électrique du Brésil.

Rumänien

Die verfügbaren Wasserkräfte Rumäniens[1]

Rumänisches Nationalkomitee

Dr.-Ing. D. Pavel

Einleitung

Um eine Parallele zwischen den Wasserkräften und den thermischen Energiequellen Rumäniens ziehen zu können, seien an dieser Stelle zuerst die letzteren hervorgehoben.

Die Kohlenlager Rumäniens verfügen über rund 2,55 Milliarden t und zwar: 0,048 Milliarden t Anthrazit und Braunkohle (8000 kcal/kg), 1,63 Milliarden t Lignit (5000 kcal/kg) und 0,872 Milliarden t minderwertige Braunkohle (2200—4200 kcal/kg).

Die Torflager werden auf 400 Millionen t und das jährlich ausbeutbare Holz auf 7,2 Millionen m³ geschätzt.

Die in Konzession und Ausbeute begriffenen Ölvorräte erstrecken sich auf 60 000 ha, und zwar werden jährlich im Mittel 4 Millionen t ausgebeutet, wovon etwa 50% der Ausfuhr zufallen.

Von amerikanischen Fachleuten wurden die Methangasquellen Siebenbürgens auf ungefähr 72 Milliarden m³ mit einem Wärmeinhalt von 8500 kcal/m³ geschätzt. Die heutige Ausbeute erreicht nur rd. 6 Millionen m³/Tag in Siebenbürgen und 5 Millionen m³/Tag in Alt-Rumänien.

Wenn die Gesamtjahresausbeute der Wärmequellen in kWh ausgerechnet wird, erhält man folgende Werte für:

Kohlen	1,266	Milliarden kWh/Jahr
Öl	0,846	,, ,,
Methangas	0,216	,, ,,
Gesamt	2,328	Milliarden kWh/Jahr

Nach vorerwähnter Arbeit betragen die gesamten verfügbaren, effektiven *Wasserkräfte Rumäniens* bei mittleren jährlichen Wassermengen *6 052 000 PS* und eine höchstmögliche Energieerzeugung von *36 Milliarden kWh/Jahr.*

Demnach stellen die thermischen Energien nur 6½% der hydraulisch erzeugbaren Energiemengen dar.

[1] Die ausführlichen Ergebnisse der Wasserkraftschätzung von Dr.-Ing. Dorin Pavel wurden veröffentlicht in Nr. 23 der Sammlung des Rumänischen Nationalinstitutes für die Nutzbarmachung und Ausbeutung der Energiequellen, Bukarest 1929.

Die bisherigen Schätzungen der Wasserkräfte Rumäniens

Die erste Schätzung der Wasserkräfte Siebenbürgens von *Viczián Ede*[2] ergab 773 611 PS und diejenige Alt-Rumäniens von *Ing. Bals*[3] rund 800 000 PS.

Im Jahre 1921 schätzte Ing. Leonida Alt-Rumäniens Wasserkräfte auf 650 000 PS und Ing. N. I. Georgescu auf 824 279 PS.

Ing. Sophian gibt auf seiner Karte von 1926 für das ganze Land 1 599 990 PS an und verdoppelt an einer anderen Stelle [4] für mittlere jährliche Wassermengen diese Summe, ohne die Berechnungsart anzugeben, auf 3 300 000 PS, einschließlich der Donauwasserkräfte.

Nach Ing. S. Dachler verfügt Rumänien über insgesamt 2 450 000 PS und nach Obering. Both[5] über 1 400 000 PS. In der Veröffentlichung[6] des Studienbureaus der Bank Marmorosch, Blank & Co. finden wir sogar auf eine PS genau: 1 459 786 PS.

Laut unserer ausführlichen Berechnung der Gesamtwasserkräfte betragen dieselben für die mittleren jährlichen Wassermengen 6 052 000 PS netto, bzw. 6 Millionen kW brutto.

Die Ursache dieser divergierenden Schätzungen beruht auf der Tatsache, daß — mit Ausnahme der unserigen — sämtliche Schätzungen auf der Berechnungsweise des Herrn Ministerialrates Viczián Ede fußen, welche hier kurz erwähnt sei.

In Anbetracht der fehlenden Wassermengenmessungen hat Viczián Ede in den Zeitpunkten der Kleinwasserstände (meistens Oktober bis Februar) die hauptsächlichsten Bäche und Flüsse jeweils ein- bis zweimal gemessen.

Auf Grund dieser sporadischen Einzelmessungen, nahm Viczián die Wassermengen willkürlich an, berechnete mit den natürlichen Rinngefällen nach der Formel $10\,Q\frac{H}{L}$ die spezifische Leistung in PS/km Flußlänge.

Diese Art der Schätzung ist heute längst überholt, erstens weil die Wassermengen nicht im Einklang mit den betreffenden Einzugsgebieten stehen und zweitens weil die Wasserkräfte eines Landes nicht bei Kleinwasser- sondern bei mittlerem jährlichen Wasserstande berechnet werden müssen.

Was die Wasserkräfte Alt-Rumäniens anbelangt, kann man ruhig betonen, daß deren bisherige Angaben, wegen der rohen Abschätzungen der Wassermengen und der Gefälle, keinen Wert besitzen; im Gegenteil wurden die Elektrifizierungskommissionen Rumäniens durch dieselben ungünstig beeinflußt, wobei deren Endbericht übertrieben zu Gunsten der Ausnützung von thermischen Energiequellen ausfiel.

---

[2] Magyarorzság vizierői, Budapest 1905.
[3] Buletinul Societății Politecnice.
[4] Quelques considérations sur l'économie énergétique en Roumanie 1926.
[5] Wasserkraftjahrbuch 1925/26 Seite 51—53.
[6] Les forces économiques de la Roumanie en 1927.

Die hauptsächlichsten Merkmale der neuen Wasserkraftschätzung

1. *Die in Betracht gezogenen Wasserläufe.* Eine genaue Berechnung der verfügbaren Wasserkräfte erfolgte nur für die wirtschaftlich ausbauwürdigen Wasserläufe. Demzufolge wurden die Tieflandgewässer mit außerordentlich kleinen Gefällen, deren Uferausbreitung keine nennenswerte Stauung ermöglicht, sowie die Bäche mit geringen, schwankenden Wassermengen und schließlich die Grenzflüsse vernachlässigt, an deren Ausbau zu denken eine Utopie wäre.

In dieser Weise wurden nur die nennenswerten Wasserkräfte in einem Werte von rund 5,2 Millionen PS genauer aufgezeichnet, während der Rest der rumänischen Wasserläufe im Werte von 0,85 Millionen PS nur annähernd bestimmt werden konnte.

Unter gewissen Umständen, z. B. durch die Überleitung in benachbarte, fremde Einzugsgebiete, können auch die sonst minderwertigen Wasserkräfte wirtschaftlich ausgenützt werden. Da dieselben jedoch nicht Wasserkräfte natürlicher Art darstellen, wurden sie außer acht gelassen.

2. *Die Teilstrecken der Wasserläufe.* Die Wasserläufe wurden von ihrer Mündung in der Flußachse, an Hand der 1:100 000 Militärgeographischen Karte, aufwärts kilometriert. Die Genauigkeit dieser Längenmessungen ist nicht übertrieben, weil unsere Karten an sich genügend alt sind, um nicht mehr genau die Wasserläufe anzuzeigen. Für die Einteilung der Wasserläufe in Teilstrecken wurde meist die natürliche Trennung durch die Mündungen der bedeutenderen Zuflüsse, andererseits durch Punkte längs der Bäche deren Koten auf der Karte eindeutig bestimmt sind, gewählt. Die Bezeichnung der Teilstrecken wurde in den Tabellen der ausführlichen Statistik mit der km-Anzahl und in der großen Hauptkarte der Wasserkräfte mit beigeschriebenen Zahlen durchgeführt.

3. *Gefälle und Rinngefälle.* Unter dem Gefälle einer Teilstrecke verstehen wir die Höhendifferenz der Wasserspiegel zwischen den Endpunkten der Teilstrecke L (km) bei mittlerem jährlichen Wasserstande. Das Rinngefälle beträgt dann $i = \frac{\Delta H}{L}$ in $^0/_{00}$ oder m pro km Streckenlänge.

Der Fehler, den man bei der unrichtigen Bestimmung der Höhe einer Teilstrecke begeht, gleicht sich in den zwei benachbarten Strecken aus, so daß eine genügende Genauigkeit erzielt wird.

4. *Einzugsgebiete.* Die mittlere jährliche Wassermenge läßt sich aus dem betreffenden Einzugsgebiet F (km²) und der spezifischen Wassermenge m^2 (l/km²sek) berechnen:

$$Q_m = \frac{1}{1000} (F\, q_m)$$

Durch diese Unterteilung der Wassermenge in ihre zwei Faktoren wird die Genauigkeit der Schätzung wesentlich erhöht, weil F genügend

genau durch je eine dreifache Planimetrierung für jede Teilstrecke eines Wasserlaufes und q_m durch die weiter unten erklärten Überlegungen bestimmt werden können.

Die dreifache Planimetrierung erfolgte an Hand der 1 : 100 000-Karte, nach der Bestimmung der Einzugsgebiete für jede Teilstrecke eines jeden Wasserlaufes. Da jede frühere Bestimmung der Einzugsgebiete in Rumänien fehlte, bildete diese über 130 000 km² sich erstreckende, bis in die kleinsten Teilstrecken ausgeführte Planimetrierung den mühsamsten Teil unserer Statistik.

5. *Die Wassermengen der Teilstrecken.* Für die Bestimmung der mittleren jährlichen spezifischen Wassermenge (q_m) haben wir in erster Linie sämtliche Wassermengen- und Pegelbeobachtungen gesammelt, daraus die Mittelwerte von Q_m gebildet und die spezifischen Werte nach $q_m = \frac{1000\,Q}{F}$ ausgerechnet. Wir erwähnen hier besonders die wichtigsten Wassermengenangaben: R. Sadu (E. W. Sibiu), Someșul rece (E. W. Cluj), Someșul mic (E. W. Dej), Târnava mică (E. W. Sighișoara), Bârsava (E. W. Reșița), R. Timiș (E. W. Timișoara), Cugir (E. W. Cugir), Bistrița-Someș (E. W. Bistrița), Goldene Bistrița (E. W. Papierfabrik Letea und Messungen der Firma I. M. Voith), Cerna (E. W. Herkulesbad), Jiul (nach den Messungen von Ing. N. I. Georgescu), Olt (desgleichen), Argeș (nach Messungen von Ing. Canella & Leonida). Als die wichtigsten Messungen seien unsere an 21 Pegeln der "Electrica A.G." in einer Reihe von 3 bis 10 Jahren aufgezeichneten und durch eine Serie von über tausend Wassermessungen mittels Flügeln wie: Ott-Neiße, Ott V und Amsler 5, überwachten Wassermengen der Flüsse: Sebeș, Tarlungul, Prahova, Azuga, Doftana, Jalomița, Buzău, Bâsca, Oberer Siret, Moldova, Suceava, usw. erwähnt. Abb. 1 zeigt uns beispielsweise die Schwankungen von q_m.

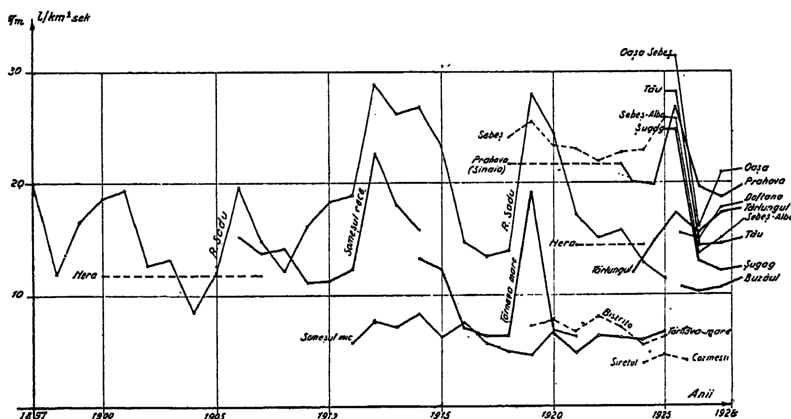


Abb. 1. Die q_m-Schwankungen einiger rumänischer Wasserläufe.

In der Abb. 2 stellen wir als Beispiel einer Messung während einer längeren Zeitdauer von 1840 bis 1915 die Wassermengen der Donau bei Orşova dar.

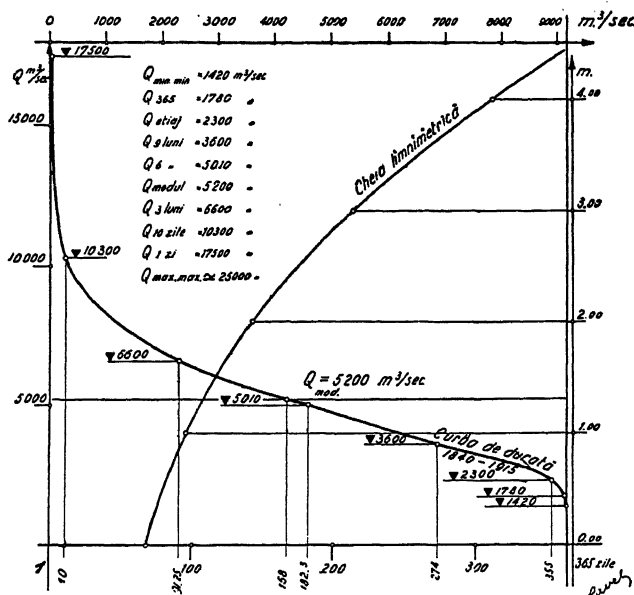


Abb. 2. Die Wassermengen-Dauerkurve der Donau bei Orşova als Mittel der Jahre 1840—1915.

Die Einschaltung der q_m-Werte für die nichtbekannten Wasserläufe geschah in folgender Weise:

Aus einer Ähnlichkeitsbetrachtung des zu bestimmenden Einzugsgebietes F mit einem als Modell angenommenen hydrologisch bekannten Einzugsgebietes F' folgt für die spezifische Wassermenge

$$q_m = q'_m \frac{h'_m}{h_m} \cdot f\left(\frac{I' \, t_m}{I \, t'_m}\right)$$

wobei h_m die mittlere jährliche Niederschlagsmenge in mm, I ein Gütegrad, welcher den Grad der Bewaldung und die Art der Oberfläche des Einzugsgebietes und t_m die mittlere jährliche Temperatur darstellen. Diese Größen lassen sich bei Voraussetzung einer gewissen Routine leicht bestimmen. Als Kontrolle diente die Wiederholung der Verfahrens für ein zweites und drittes Modelleinzugsbebiet F'', F''' usw. Es zeigte sich, daß die so erhaltenen Werte von q_m in den Fehlergrenzen von höchstens $\pm$ 10% schwanken.

Eine zweite Kontrolle haben wir in dem Verhältnis $\beta = \frac{Q_m}{Q_{355}}$, wobei $Q_{355} = Q_e$ (Kleinwassermenge—étiage) nach Viczián Ede, N. I. Georgescu, Leonida, Villaresi, Cr. Mateescu, D. Pavel und anderen für eine Reihe von Wasserläufen bekannt ist.

Wir haben gezeigt, daß β für die Karpathen-Gebirgsbäche nicht allzusehr von 4 abweicht.

So z. B. erhielten wir für:

R. Sadu	4,80	Sebeș Alba	3,57
Târnava Mare	4,20	Sebeș Șugag	4,80
Someșul rece	3,95	Sebeș Tău	3,53
Someșul mic	4,20	Sebeș Oașa	4,15
Prahova	3,50	Ialomița sup.	3,67
Tarlungul	4,00	Brăteiul	3,70
Buzău superior	4,10	Nera mijlocie	3,90

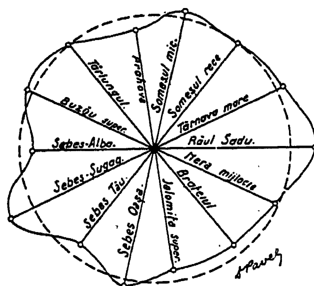


Abb. 3. Die polare Darstellung von $\beta = \frac{Q_m}{Q\ 355}$.

In dieser Weise konnte nach mehrmaliger Kontrolle q_m für sämtliche in Betracht gezogenen Wasserläufe bestimmt werden, und wir sind der Überzeugung, daß die Fehler der Bestimmung der Wassermengen in unserem Falle nicht größer sind, als die im allgemeinen bei dem Entwurf von Wasserkraftanlagen entstehenden Fehler in der Wahl der Wassermengen.

6. *Die Ausrechnung der Leistungen.* Die Leistungsformel für die effektive Leistung des Maschinenaggregates $N_e = 10\,Q_m\,H_b$ in PS setzt einen Gesamtwirkungsgrad von 75% voraus. Nun ist aber für die Bruttoleistung in kW vorausgesetzt ein Wirkungsgrad von 100%, die Formel $N = \frac{\gamma}{102} Q_m\,H_b = 10\,Q_m\,H_b$ dieselbe, wenn wir von der geringen Abweichung $\frac{\gamma}{102} \cong 10$ absehen.

Die aus unserer Statistik der verfügbaren Wasserkräfte erzielten Resultate können demnach entweder als effektive Leistungen in PS oder als Bruttoleistung in kW angesehen werden.

Da wir die spezifische Leistung für je 1 km Flußlänge benötigen, wurde die Formel:

$$\frac{N}{L} = 10\,Q_m\,i \text{ in } \begin{cases} \text{PS effektiv} \\ \text{oder} \\ \text{kW brutto} \end{cases}$$

benützt, wobei i das Rinngefälle in m/km oder $^0/_{00}$ der betreffenden Teilstrecke und Q_m die mittlere Wassermenge betragen.

7. *Die Ursache der Wahl von Q_m als Grundlage zu unserer Wasserkraftstatistik.*

Durch die weiter unten aufgezählten Eigenschaften der mittleren jährlichen Wassermenge Q_m für eine längere Zeitdauer wird am besten die Ursache erläutert, warum eben Q_m in der letzten Zeit in allen Ländern als Grundlage der Wasserkraftabschätzung genommen wurde.

a. Q_m ist in bezug auf andere charakteristische Wassermengen eine „Relative Invariante", weil es als ein Mittelwert der jährlich abfließenden Wassermengen nicht von den täglichen Schwankungen erheblich beeinflußt wird.

b. Q_m kann für ein bestimmtes Einzugsgebiet für eine längere Zeitdauer durch künstliche Mittel und Bauwerke, wie z. B. Stauseen, nicht geändert werden. Auch von diesem Standpunkte aus betrachtet ist Q_m eine „Invariante".

c. Q_m ergibt uns die höchstmögliche Energieerzeugung in einem Jahre von:

$$E = 10\, Q_m\, H\, \eta \cdot 8760 \text{ in kWh/Jahr,}$$

vorausgesetzt, daß der Wasserrückhalt genügend groß ist.

d. Q_m ist die einzige Wassermenge, welche aus den Regenhöhen und Abflußkoeffizienten (Isohypsen- und Isohyeten-Methode) berechnet werden kann.

e. Q_m ist eine international in gleicher Weise definierte charakteristische Wassermenge, was bei den anderen Wassermengen nicht stets zutrifft, z. B. in Großbritannien, Kanada, Deutschland, Frankreich, Italien usw.

f. Die verfügbaren Wasserkräfte für andere charakteristische Wassermengen wie: $Q_{\max}$, Q_3, Q_6, Q_9, $Q_{\text{étiage}}$, $Q_{\min}$ usw., lassen sich aus den Statistiken, welche auf Q_m fußen, leicht aus Mittelwerten der nachstehenden Koeffizienten ausrechnen:

$$k_e = \frac{Q_e}{Q_m}\,;\; k_9 = \frac{Q_9}{Q_m}\,;\; k_6 = \frac{Q_6}{Q_m}\,;\; k_3 = \frac{Q_3}{Q_m} \text{ usw.}$$

Aus der Abb. 2 für die untere Donau erhalten wir z. B. $k_e = 0{,}442$; $k_9 = 0{,}693$; $k_6 = 0{,}965$; $k_3 = 1{,}27$; $k_{\max 10} = 1{,}98$; $k_{\max n} = 3{,}36$ usw.

Die Frage ist demnach auf statistischem Wege leicht lösbar.

Die Resultate unserer Statistik

Aus den Tabellen, welche sich in dem Originalwerk über 140 Seiten erstrecken, geben wir einen kurzen Auszug.

Die verfügbaren Wasserkräfte der Donaukatarakte zwischen Bazias und Turnu Severin betragen im ganzen 1 468 850 PS effektiv oder kW brutto, von denen Rumänien als Nachbarstaat 50 %, also 734 425 PS beanspruchen kann.

Tabelle der hauptsächlichsten verfügbaren Wasserkräfte

Becken	Wasserlauf	Einzugsgebiet km²	Leistung kW brutto	kW/km²
	Vişăul	1 570	71 385	45,5
	Iza	1 275	20 250	15,9
Tisa super.	Tisa superioară	2 845	91 635	32,2
Someşul:	Someşul-mare	5 334	113 270	21,2
	Someşul mic	3 785	95 655	25,3
	Someşul întrunit . . .	6 022	62 345	10,4
	Someşul total	15 141	271 270	17,9
Crişuri:	Crişul repede	1 975	78 577	39,8
	Crişul negru	2 056	19 280	9,4
	Crişul alb	1 646	20 203	12,3
	Crişuri totale	5 677	118 060	20,8
Mureşul:	Mureşul superior . . .	6 678	204 322	30,7
	Arieşul	2 906	81 952	28,2
	Târnavele	3 965	40 535	10,2
	Ampoiu	533	6 630	12,4
	Sebeşul cu Secaş . . .	1 332	134 980	101,0
	R. Cugir	357,4	49 350	138,0
	Beriu şi Sibişel	410	27 842	68,0
	Streiul total	2 858	131 685	46,0
	Cerna (Mureş)	740	17 555	23,8
	Mureş restul	7 818	236 049	30,1
	Mureşul total	27 597,4	930 900	33,8
Bega:	Bega	424	10 600	25,0
I	Basinul Tisei în interiorul frontierei	51 684	1 422 465	27,6
Timiş:	Bistra	871	68 880	79,0
	R. Alb şi rece (Hideg) .	318	13 870	43,6
	Bârsava	326	26 910	82,5
	Timişul fără afluenţii de sus	1 255	43 210	34,5
II	Timişul	2 770	152 870	55,2
Afluenţii ai Dunării între Timiş şi Jiu	Carasul	331	5 700	17,2
	Nera	1 430	38 040	26,6
	Cerna	1 490	65 970	44,2
III	Afluenţii între Timiş şi Jiu	3 251	109 710	33,7
Jiul:	Jiul Transilvan	466	31 660	68,0
	Jiul Românesc	534	26 320	49,3
	Gilortul	649	36 650	56,5
	Motrul	1 389	32 950	23,6
	Tismana	992	42 050	42,4
	Restul Jiului	3 728	140 280	37,7

Fortsetzung von Seite 229

Becken	Wasserlauf	Einzugsgebiet km²	Leistung kW brutto	kW/km²
IV	Jiul	7 758	309 910	39,9
Oltul:	Oltul superior amonte de confluența cu râul Negru (Târlungul) . .	2 785	29 643	10,65
	Târlungul	494	15 070	30,5
	Timiș	150	5 220	34,8
	Ghimbavul	423	6 330	15,0
	Bârsa	541	25 590	47,3
	Vârghișul	536	12 240	22,8
	Șinca	361	7 530	20,9
	Arpasul și Porumbac . .	167	8 990	53,9
	Cibinul	2 295	20 900	9,1
	R. Sadului	290	28 330	98,0
	Lotrioara și Boia . . .	275	17 745	64,5
	Lotrul	1 029	61 320	59,6
	Topologul	245	20 042	81,6
	Restul Oltului propriu zis studiat până la Teslui	10 124	626 600	62,0
	Total Oltul până la Teslui	19 715	885 550	45,0
V	Total Oltul până la Dunăre	26 815	1 153 000	43,0
Argeș:	Argeșul propriu zis . .	1 427,5	58 940	43,0
	R. Capra	71,5	3 520	49,2
	R. Doamnei	1 816	72 200	39,8
	Dâmbovița	1 027	68 940	67,0
VI Argeș:	Total basinurile amenajabile	4 342	203 600	47,0
Ialomița:	Ialomița superioară la Moroieni	207	32 125	155,0
	Ialomița inferioară . .	1 773	43 630	24,6
	Prahova amonte de confluența Doftana . . .	536	44 687	83,5
	Doftana	425	42 750	100,5
	Teleajen	557	25 528	45,8
	Restul Prahova	482	46 870	97,2
	Total Prahova	2 000	159 835	79,9
VII	Total Ialomița	3 980	235 590	59,2
Siretul:	Siretul propriu zis până la confluența cu Suceava	2 360	30 785	13,0
	Suceava	3 625	68 990	19,0
	Moldova	2 486	82 210	33,1
	Bistrița	7 008	363 430	51,9

Fortsetzung von Seite 230

Becken	Wasserlauf	Einzugsgebiet km²	Leistung kW brutto	kW/km²
Siretul:	Trotuș	4 330	167 150	38,6
	Putna	1 474	59 070	40,0
	Bâscele	746	42 950	57,5
	Buzău amonte de Nehoiaș	765	26 535	34,6
	Buzău rest până amonte de confl. cu Slănic	1 231	43 535	35,4
VIII	Siret Total	24 025	884 650	36,8
	Total general	126 205	4 471 800	35,4

Außer den obigen 4 471 800 PS wirtschaftlich ausnützbaren Wasserkräften, welche sich auf eine Fläche von 126 205 km² erstrecken, besitzt Rumänien in der Restfläche von 169 295 km² noch rund 845 775 PS effektive Wasserkräfte.

Wenn man nun die wirtschaftlichen Wasserkräfte außer den Donaukatarakten auf die Provinzen verteilt, erhält man:

Provinz	Betrachtetes Einzugsgebiet km²	kW brutto PS effektiv	kW/km²	%
Maramureș	5 300	108 500	20,5	2,42
Crișiana	4 200	79 400	18,9	1,78
Banat	6 500	305 500	47,0	6,84
Siebenbürgen	55 300	1 551 045	28,1	34,70
Oltenia	21 960	1 097 800	50,0	24,54
Muntenia	10,600	557 000	52,5	12,44
Moldau	13 400	621 355	46,4	13,90
Bukovina	8 945	151 200	16,9	3,38
Gesamt	126 205	4 471 800	35,4	100,00

Abb. 4 und 5 stellen uns diese Verteilung dar.

Auf die verschiedenen Hauptflüsse verteilt hätten wir eine Darstellung wie in Abb. 6.

Nun lassen sich von der ersten Kategorie eine Reihe von *Wasserkräften ersten Ranges*, d. h. solche mit einer spezifischen Wasserkraft von über 2000 kW/km Flußlänge hervorheben, welche eine besondere Aufmerksamkeit beanspruchen dürfen. Abb. 7 stellt uns diese Wasserkräfte ersten Ranges dar.

Schlußfolgerung

1. Die bisherigen Schätzungen können nur als rohe Werte angesehen werden.
2. Rumänien verfügt bei mittlerem jährlichem Wasserstande in kW brutto oder PS effektiv über:

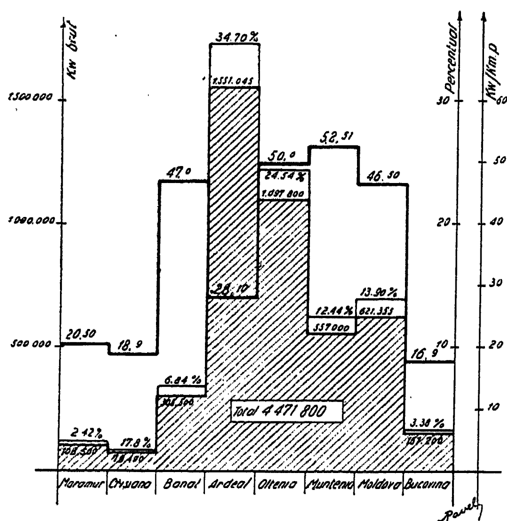


Abb. 4. Die Verteilung der verfügbaren Wasserkräfte auf Provinzen.

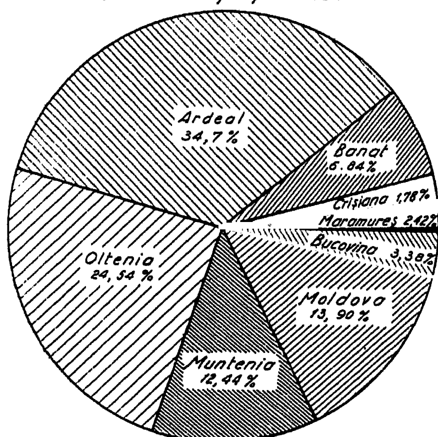


Abb. 5. Die Verteilung der verfügbaren Wasserkräfte auf Provinzen.

4 471 800 wirtschaftlich ausnützbare Wasserkräfte
734 425 Donaukatarakte (50 %)
845 775 unwirtschaftlich ausnützbare Wasserkräfte

6 052 000 kW brutto
PS effectiv } Gesamtwasserkräfte

3. Die konzentrierten hochwertigen Wasserkräfte Rumäniens betragen 2 143 560 kW.

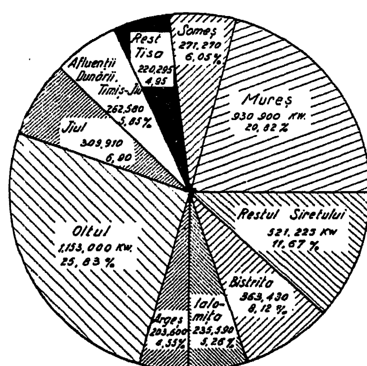


Abb. 6. Verteilung der Wasserkräfte auf Hauptflüsse.

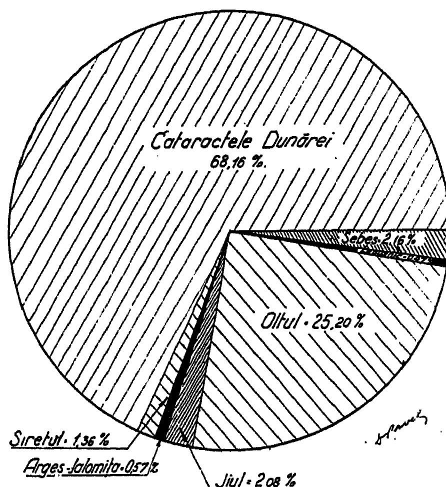


Abb. 7. Wasserkräfte ersten Ranges.

4. Die Rinngefälle der hochwertigen Karpathenbäche übersteigen 50—110 ‰.
5. Die in unserer Statistik ausgerechneten Wasserkräfte erhält man in einer Teilstrecke, nur wenn man einen vorhergehenden wirtschaftlichen Ausbau und besonders die Anlage von Stauseen voraussetzt. Andernfalls wird der Ausnutzungsfaktor eben geringer ausfallen.
6. Die Wasserkräfte für langfristige Kleinwasser von 355 Tagen betragen rund 1 600 000 kW brutto.
7. Die höchstmögliche Energieerzeugung auf hydraulischem Wege kann für ganz Rumänien auf 36 Milliarden kWh/Jahr geschätzt werden.

Tabelle der Wasserkräfte ersten Ranges mit über 2000 kW/km

Becken	Wasserlauf	Teilstrecke	km von der Mündung	kW/km	kW brutto
Mureş	Sebeş	La Ţuroaie	43	2 120	10 600
			48	2 420	9 900
		P. Bistra	52,1		
		P. Gâlciagu	55,2	2 620	4 970
			57,1	4 250	4 680
			58,2	3 050	6 100
		Mijlocia	60,2		
			89,3	2 720	10 100
		Scroboteiul	93,0		
		Total			46 350
	R. Mare sau (Lepuşnic) (Streiu)	Amonte Gureni . . .	20,9	3 050	3 350
		Clopotivi	22,0		
		Făgetu	27,0	2 230	6 700
			30,0		
		Total			10 050
		Total Mureş .			56 400
Oltul	Oltul	Rusăneşti	49,0	2 850	19 950
		Plăvinceanca	56,0		
		Gostăvăţul	69,2	2 310	36 500
		Drăgăneşti	85,0		
		Negoioaşa	103,5	2 420	44 700
		Prooroci	120	2 240	47 000
		P. Teslui	141		
		Zăvoiul mr.	157	3 280	59 000
		Prundenii	175	3 700	114 800
		Băbenii	206		
		Râmnicu V.	226	3 180	63 500
		V. Coisca	246	4 180	
		Poveni	263	2 830	53 700
		Călineşti	268	5 800	17 400
		Total			540 150
Jiul	Jiul	Câineni	248,5	2 400	24 700
		P. Sadu	258,8		
		P. Merişor	274,3	3 660	19 900
		Surducul	279,0		
		Total			44 600
Argeş	Argeş		279,2	2 770	6 360
		Radu Negru	281,5		
		Total Argeş .			6 360
Ialomiţa	Ialomiţa	Dobreşti	383,8	2 090	5 850
		Scropoasa	386,6		
		Total Ialomiţa			5 850

Becken	Wasserlauf	Teilstrecke	km von der Mündung	kW/km	kW brutto
Siret	Bistriţa	P. Cuejdul	77,0	2 160	17 300
		la Văduvele	85,0		
	Trotuş	Comăneşti	90,0	2 190	12 000
		Streaja	95,5		
		Total Siretul .			29 300

Becken	Wasserlauf	Teilstrecke	km von Baziaş	kW/km	kW brutto
Dunărea	Cataractele	Baziaş	0	2 360	57 400
		Moldova veche . . .	24,30	5 200	171 500
		Drencova	57,37	24 700	491 000
		Sviniţa	77,29	9 480	190 000
		Plaviseviţa	97,32	4 400	101 000
		Orşova	120,26	31 800	450 000
		Gura Văii	134,40		
		Total			1 460 900
		Total general .			2 143 560

Résumé

Les forces hydrauliques disponibles en Roumanie

Prenant en considération que les différentes évaluations des forces hydrauliques, faites jusqu'à présent en Roumanie, ont été basées sur la méthode employée par M. Viczián Ede (1895—1905), en utilisant les débits d'étiage, déduits d'un nombre limité et sporadique de mesures — qui ne correspondent pas aux méthodes actuelles d'évaluation — l'auteur essaie d'exposer, dans l'étude présente, l'enregistrement systématique de ces mêmes forces, basé sur le débit modul.

Cet enregistrement fut établi en tenant compte des principes suivants:

1. On n'a pris en considération que les cours d'eau aménageables en conditions économiques; par conséquent ceux ont été négligés dont le débit ou la chute sont trop faibles.

2. Les secteurs des cours d'eau ont été déterminés sur les cartes 1:100.000, 1:25.000 et 1:20.000 et ont été indiqués dans les tableaux et sur la carte annexée, par des chiffres du kilométrage.

3. Les chutes et les pentes ont été établies par les cotes des deux extrémités de chaque secteur $\frac{\Delta H}{L}$ en m/km, ou en $^0/_{00}$.

4. Chaque bassin de réception a été calculé par une triple planimétration sur la carte 1:100.000.

5. Les débits des secteurs ont été établis pour une partie par des mesures directes, comme le démontrent les tableaux des débits spécifiques en litres par seconde et km² et pour le reste ont été déterminés par une interpolation judicieuse entre plusieurs bassins similaires de repère, en appliquant la formule de similitude $q_m = \frac{S'\,h'_m\,\alpha'}{S\,h\,\alpha}\,q'_m$. Dans cette formule on a désigné par S la surface du bassin considéré, par h_m la précipitation annuelle, par α le coefficient d'écoulement et par q_m le débit modul spécifique, les indices se rapportant aux bassins de repère.

Le coefficient $\alpha = f\left(\frac{I' t_m}{I' t'_m}\right)$ est une fonction de I qui représente le rapport des surfaces couvertes de forêts et t_m la température annuelle moyenne du bassin.

Les valeurs de Q_m obtenus par cette méthode, ont été vérifiées au moyen des valeurs de Q_e (étiage), mésurées directement par: MM. Viczián E., N. I. Georgescu, Villoresi, D. Leonida, Cr. Mateescu, Dachler, etc., en tenant compte de la relation $Q_m = \beta\, Q_e$, dans laquelle le coefficient β *a*, pour la région des Carpathes, une valeur relativement constante de circa $\beta \cong 4$, comme il en résulte du tableau et de la figure annexée au texte.

6. Le calcul de la puissance a été effectué au moyen de la formule $10\, Q_m\, H_{br}$, soit en CV, pour la puissance nette à l'axe des turbines, soit en kWpour la puissance brute (rendement 100 %).

7. L'erreur probable de l'estimation ne dépasse pas $\pm$ 10 %.

On a été conduit à choisir le débit modul Q_m comme base de l'enregistrement, par plusieurs raisons:

a. Il est le plus invariable débit de l'année (étant établi par l'intégration de touts les débits d'une année);

b. Il ne peut pas être altéré par des rétentions ou des ouvrages artificiels;

c. Il donne la valeur maxima de la production de l'usine hydroélectrique $E_m = 10\, Q_m\, H\, \eta \cdot 8760$ en kWh;

d. Il est le seul débit, qui peut-être déterminé à l'aide des valeurs des précipitations et des coefficients d'écoulement.

e. Il ne varie pas pour les divers définitions internationales.

Les résultats de l'enregistrement ont été présentées sous forme de tableaux annexés au texte. Pour chaque secteur on a indiqué (dans les colonnes, de gauche vers la droite): le cours d'eau, le secteur, km du point de confluence, l'altitude en m, la longueur du secteur en km, la pente en $^0/_{00}$, la surface du bassin de réception en km², le débit modul en m³/sec, la puissance rapportée à l'unité de longueur du cours d'eau, et, à la fin, la puissance des secteurs en CP netto à la turbine, ou la puissance théorique disponible en kW brutto.

Conclusions

1. Faisant une comparaison entre les valeurs données par les évaluations antérieures et celle indiquées par le présent enregistrement, il en résulte des différences considérables qui dénote leur manque d'exactitude.

2. Les forces hydrauliques dont la Roumanie dispose peuvent être repartisées comme il suit:

Forces hydrauliques aménageables de façon avantageuses en dehors du Danube	4.471.800 kW
50 % des forces hydrauliques des catharactes du Danube (la cote correspondant à la Roumanie en qualité de pays riverain) . . .	734.425 „
Le reste de forces hydrauliquee aménageables de façon pas avantageuse	845.775 „
Total	6.052.000 kW (brutto)

3. Les forces hydrauliques, concentrées, représentant plus de 2000 kW/km de cours d'eau, ont une valeur de 2.143.560 kW brutto.

4. Les pentes moyennes des secteurs, optimes, varient entre $50^0/_{00}$ et $110^0/_{00}$. On peut remarquer à ce point de vue, que les cours d'eau carpathins, ont des chutes spécifiques très marquées et par conséquent l'aménagement des usines hydroélectriques est très favorable.

5. Les valeurs des forces hydrauliques indiquées dans les tableaux, sont valables seulement dans le cas où les aménagements permettent la création des rétentions

suffisantes (sur les cours supérieurs) et s'ils ont été exécutées en bonnes conditions techniques.

6. Les forces hydrauliques dont la Roumanie dispose, à l'étiage (débit de 355 jours par an), dans l'hypothèse la plus défavorable, que l'étiage des divers cours d'eau concorde, représente environ 1.600.000 kW brutto.

7. La production hydroélectrique, maximum réalisable, de la Roumanie est de 36,6 milliards kWh/an.

8. Le régime des cours d'eau carpathins est très favorable à l'aménagement hydroélectrique à cause de la rétention naturelle des eaux, due à la grande proportion de forêts.

De même, le minimum des forces hydrauliques des cours d'eau de montagne est décalé par rapport à ceux des cours d'eau de la plaine, de sorte que, par une marche en parallèle, on peut obtenir une bonne égalisation.

India

Power Developments in India

Bengal Technical Institute

Prof. Dr.-Ing. J. N. Basu

In spite of the various Provincial Governments in India maintaining their own Department of Industries, Industrial Engineers, and Electrical Advisers and Inspectors, regular power survey reports up-to-date are not available. In the Triennial Report of Water Power Resources of India, issued in 1922, a summary is given of the then known power in use in India. This summary is reproduced in the following table:

Table 1

Summary of Known Power in Use in India About 1921

Provinces	*B. H. P.*
Assam	22,550
Bengal	25,318, excluding Calcutta
Calcutta	176,200
Bihar	2,325, excluding collieries
Bombay (excluding Bombay City)	32,872
Bombay City	750,000
Burma	17,750, excluding rice mills
Central Provinces (C. P.)	32,773
Madras	60,000
Punjab	90,000
United Provinces (U. P.)	38,548
Total	1,248,336 B. H. P.
or	936,000 kW.

The total capacity of electric supply undertakings about this date was 215,519 kW or about 23 % of the total motive power in use in this country. During the last few years, the number of electric supply undertakings and their capacity as well as the total volume of motive power in use in this country have grown up very considerably, and in this progress Water Power and Diesel Engines have played the greatest part. Thus, of the total capacity of 215,519 kW of electrical plant, as given above, their distribution according to the nature of motive power were as follows:

Motive Power	*Capacity*
Steam	129,400 kW
Water	78,000 kW
Oil and Gas	8,000 kW

To-day about 178,000 kW of hydro-electric plant are under operation and erection, the total capacity of which is nearly 384,000 kW. On the other hand, though some of the steam power plants like the Calcutta Electric Supply Corporation and the Lahore Electric Supply Co. have largely extended their capacity and others have grown up as at Benares, a large volume of steam power plants have given place to electric motive power derived from the hydro-electric power supply to the city island of Bombay. It would not therefore be unreasonable to expect, though it is not possible to support this view with exact figures, that during the last decade water and steam have changed places as a source of motive power, water having outgrown the latter by a big margin in some parts of India. While in the smaller industries and town lighting schemes, Diesel engines are being adopted almost universally nowadays.

It is a characteristic feature of the hydro-electric power systems in India that wherever they have developed so far, the consumption per capita has gone up in comparison with other regions of electric power. For instance, in the city island of Bombay, to which has been made available the largest amount of hydro-electric energy in India, the consumption per capita is over 200 units. In Mysore and Bangalore, the Cauvery Falls hydro-electric scheme has made possible a consumption of 100 to 80 units per capita. Whereas, in the cities possessing up-to-date steam power plants the consumption per capita is much less. Thus Calcutta, which ranks both in industrial and intellectual reputation with Bombay, consumed in 1925 66 units per capita which in 1929 has gone up to about 112. In Madras, which is a neighbouring city of Bangalore and the third port city of India, the consumption per capita is as low as 30 units only. The average demand per head of population varies from 5—6 kWh in the smaller cities.

There is thus considerable potential market for electrical energy and if cheap power can be made available it will be readily absorbed. Of late, three Provincial Governments in India, viz. the Punjab, the U. P., and Madras, have made it a public policy to make the water power resources of those provinces available to the people over a wide area of country districts and at a rate considered to be cheap enough to render rural electrification to some extent possible. Rural electrification has not so far been attempted in India, and if these Government schemes, which are also the first governmental power projects, fulfil expectations, they will very largely influence future power developments and power policies in this country. A brief description of these projects is therefore attempted in the next few pages.

The Punjab Grid

In the 1917 Report of Electrical Undertakings in India it is stated that the Punjab with its 7 electric supply undertakings had a total power capacity of 5,950 kW, 1,700 kW of which were provided by water and the major part of the rest by steam. The Punjab is one of the

front-rank provinces of India in the distribution of her water-power resources. In 1921 there were in the Punjab three hydro-electric power plants with a total installed capacity of 2,945 kW (site capacity was 1880 kW cont.), the largest of which, a 1,750 kW plant, was owned by the Municipality of Simla. This was about .24% of what was then believed to have been the total minimum continuous power capacity of the perennial Punjab rivers and irrigation canals. In 1923, while the water power resources of the province were still under investigation in the Sutlej river, a site was discovered on the river Uhl. This river is a tributory of the Beas and is a snow- fed river having a catchment area of 250 sq. miles situated at altitudes varying from 6,000 feet to 16,000 feet. It is proposed to divert the waters of the Uhl at an altitude of 6,000 feet, 5 miles east of the Mandi State, into a 5 feet tunnel drilled over 2.5 miles through solid granite and then drop the water through 1800 feet in steel pipes to the Power House at Shannan, near Jogindernagar, where the waters will be utilised in a 36,000 kW generating plant. If a small dam at the diversion site is added, the capacity of the generating may be increased to about 70,000 kW. This is proposed to be done at a later date while still later on the tail race water of the Shannan Power Station, led through 3 miles of open duct, may be dropped through 1200 feet at a second site and may thus be utilised in generating 48,000 kW in a second power house. Thus in two falls of 1800 and 1200 feet respectively this one river, the Uhl, is proposed to be exploited to about 118,000 kW which figure can still further be raised by utilising a third fall of 750 feet lower down. This huge power resources of the river Uhl is clearly in excess of the present power needs of the Province nor will it be possible to undertake the complete electrification of the Province from the available energy of the Uhl at one bound. It is therefore proposed to develop the scheme in three stages as given below:

Stage	*Power House*	*Capacity*	*Grid to cover*
1.	Shannan	36,000 kW	20 towns extending from Gurudaspur to Layllpur and including Ferozpur, Jullundhar and Ludhiana.
2.	Shannan	34,000 kW	Simla, Umbala and Patiala in the east; Gujranwalla, Sialkot, Montgomery and Fazilka in the west.
3.	Lower Down	48,000 kW	Saharanpur, Meerut, Delhi and Karnal, Panipat and Rohtok Districts.

The total number of town supply anticipated in the whole grid is said to be 150 extending from Delhi and Rohtok in the south to Sialkot and Layllpur in the north of the Punjab. Some of these towns are already

enjoying electric supply; in others power houses are either being erected or are being anticipated. The main object has been to build up a load in those towns which are to be served by the hydro-electric grid pending the development of the grid itself.

The Public Works Department of the Government of Punjab, who is developing the project, estimates that it will be able to supply power at any point in the grid at an average price of 9 pies[1] a unit or about Rs[1] 170 per kW-Year from the first stage of the project and at about Rs 95 per kW-Year or 5 pies per unit from the whole scheme when completed. The average rates offered by the modern steam power plants in the Punjab are between 8 to 12 pies a unit, and for the bulk of the smaller oil driven plants throughout the province the rate is over 2 annas[1] per kWh (unit). The rates offered by the hydro-electric grid are therefore cheaper not only in comparison to the rates now prevailing in the Punjab, but they are also claimed to be unattainable anywhere in India or in England today.

Apart from the very low average rates promised to consumers, the Punjab grid has two more exceptional features, namely, a high-tension grid voltage of 132,000 V which has not been used in this country by any power system before, and a transmission distance of 176 miles to Lahore, the longest distance over which power has so far been transmitted in India. Feeders from the main high-tension grid will branch off at 66,000 V and the distribution to the ultimate consumers will also be done by the Government. The Hydro-Electric Branch of the Punjab P. W. D. claim that by keeping the distribution completely in the hands of the Government, they will be able to supply power to the ultimate consumers at an inclusive price varying from $1\frac{1}{4}$ to $1\frac{7}{8}$ annas less than that at which a private company can expect to supply it. This is a most important consideration and will mean a new orientation in power policies if it happens to come true.

Regarding the possibilities of the Uhl grid it has been found that the area to be served by the present project of 36,000 kW had an installed motive power of 22,000 kW and that this motive power, first started in 1900, has grown at the rate of 50% of itself every five years throughout the 23 years, from 1900 to 1923 when the survey was instituted. In all probability this motive power must have increased since that date and is expected to exceed the capacity of the first Uhl project within a few years after it is started in 1932. For the present it is said that 230 mill-owners have promised to take about 17,000 kW at 9—16 pies per unit. This indeed will be a good start and with a progressive change-over policy, other mills may readily be induced to take power from the hydro-electric network. Besides, the P. W. D. proposes to take up the following land development schemes:

a. Some 2.5 million acres of uncommanded land may be economically

[1] One Rupee (Rs) = sh 1/6. 12 pies = 1 anna. 16 annas = 1 Rupee.

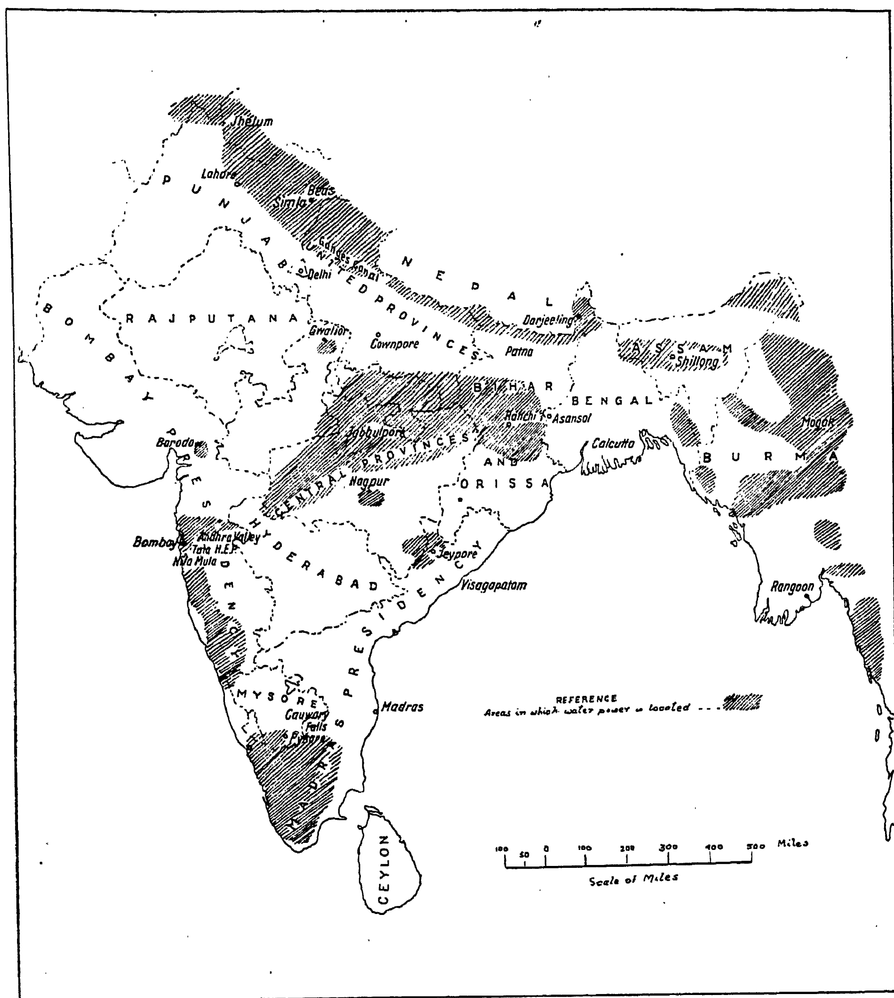


Fig. 1.

irrigated by tube-well pumping or by gravity lifts from existing canals.

b. This irrigation scheme will be equivalent to adding about 6,000 cusecs of water to the existing water resources of the country and is practically equivalent to the addition of a sixth river to the Punjab.

c. Some 50,000 acres of water-logged areas can be drained and reclaimed.

It is estimated that these developments will require about 80,000 kW of electrical energy, and will also make available sufficient by-product power at practically no cost which may be

used for the manufacture of some electro-chemical products such as synthetic fertilisers for which there is a great demand in India.

The United Provinces Grid

Like the Punjab, another large power grid is under development in the neighbouring province of U. P. This is also a Government project and is meant to exploit the large amount of motive power which is continually going to waste in the irrigation canals of the province. In the present project 3750 kW of electrical energy is proposed to be recovered from the Ganges Canal which has a potential capacity of 25,789 kW and to distribute this power over a wide area of the province as shown in the annexed Fig. 2. Most of the towns contemplated to be served by this grid are now without electrification, while most of the important towns below the Hathras-Chandausi belt have been electrified for a number of years. The present scheme is therefore of outstanding interest from the point that it proposes to extend the services of electricity to a large number of smaller towns by linking up in an extensive grid three small power plants as contemplated in the following original scheme:

	Generating Stations	*KW*	*City Electrification*	*Other Loads*	*Trans.*
1.	Bahadrabad Falls ...	2400	Moradabad and Bijnor Districts	Pumping 200 cusecs from Ramganga to irrigate 50,000 acre in Moradabad District	176 Miles
	Diesel-Electric Reserve	500			
2.	Palra Power Station		Khurja City	Pumping 110 cusecs from Kalinadi into Ganges	30 Miles
	Hydro-electric	600			
	Diesel-electric	200			
3.	Bhola Power Station		Meerut, Gaziabad & Hapur		50 Miles
	Hydro-electric	750			
	Diesel-electric	250			

The three hydro-electric stations mentioned in the above scheme are all located in three respective falls in the Ganges Canal. There are ten more weirs in this important irrigation waterway of the U. P. at each of which a power station can be built at a later date so as to bring up the total power output of the canal flow to 25,789 kW to be distributed by a common network now under construction. The canal takes off from the Ganges at Hardwar and traverses 163 miles with a fall in level of approximately 146 feet to Aligarh where it bifurcates, the fall at each weir being between 9 feet to 14 feet. Of the 13 power stations located on the 13 weirs in these 163 miles, the largest will have a capacity of 4,900 kW at Bahadrabad near Hardwar. The minimum discharge

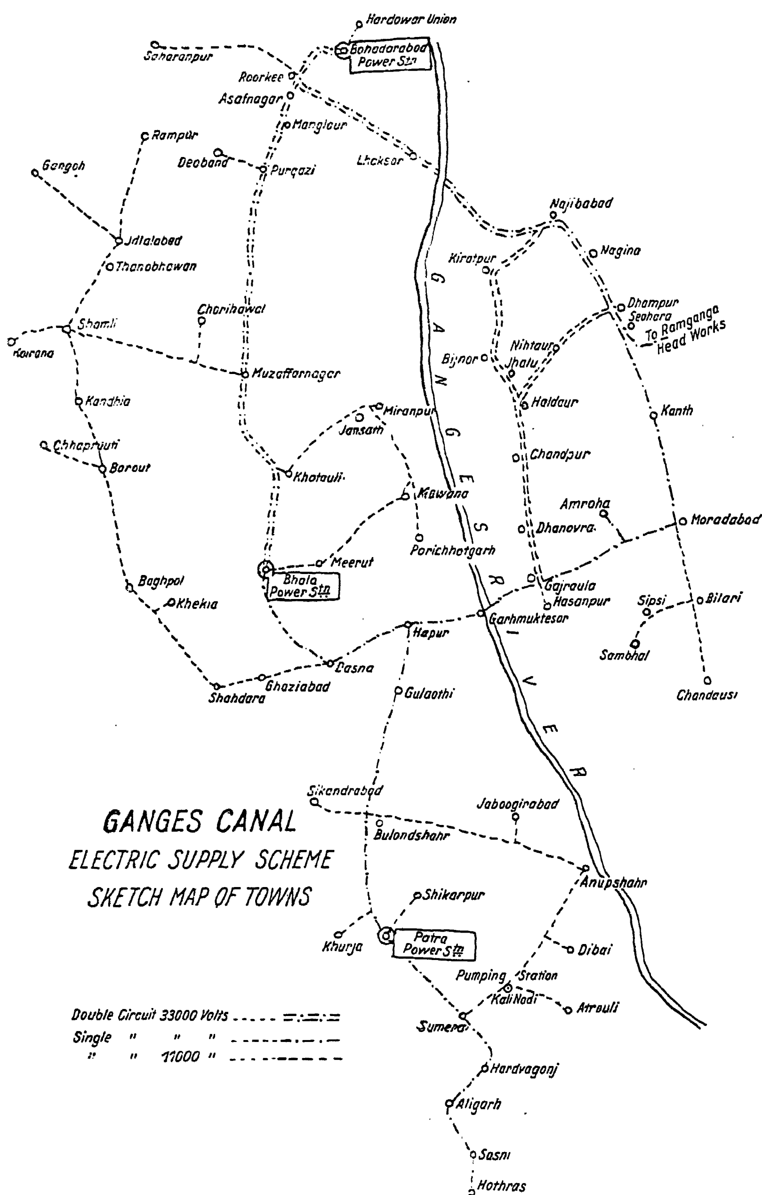

GANGES CANAL
ELECTRIC SUPPLY SCHEME
SKETCH MAP OF TOWNS
Double Circuit 33000 Volts
Single " " "
" " 11000 "
Hardowar Union
Bohadarabad Power Stn
Saharanpur
Roorkee
Asafnagar
Manglour
Rampur
Gangoh
Deoband
Purqazi
Lhaksar
Najibabad
Nagina
Jalalabad
Thanobhawan
Kiratpur
Dhampur
Seohara
To Ramganga Head Works
Shamli
Kairana
Charihawal
Bijnor
Nihtaur
Jhalu
Muzaffarnagar
Kandhla
Haldaur
Kanth
Miranpur
Jansath
Chhaprauli
Barout
Chandpur
Khatauli
Kawana
Amroha
Moradabad
Dhanovra
Porichhatgarh
Meerut
Bhola Power Stn
Baghpat
Gajraula
Hasanpur
Sipsi
Bilari
Khekra
Garhmuktesar
Hapur
Sambhal
Dasna
Chandausi
Shahdara
Ghaziabad
Gulaothi
GANGES RIVER
Sikandrabad
Jahangirabad
Bulandshahr
Anupshahr
Shikarpur
Khurja
Patra Power Stn
Dibai
Pumping Station
Kali Nadi
Atrauli
Sumera
Hardvaganj
Aligarh
Sasni
Hathras

Fig. 2.

here is 4,000 cusecs, the discharge and therefore the power at the successive weirs diminishing by the rate water is pumped off from the canal for irrigation purposes en route.

Some features of this U. P. grid are that (1) it would supply electricity to all towns with a population of 5,000 and over in the seven northwestern districts of Bijnor, Moradabad, Saharanpur, Muzaffarnagar, Meerut, Bulandshahr and Aligarh, (2) to supply power for irrigation and tube-well pumping and for rural industries. The distribution will be left to private companies and the proposed rates for the electric service will be as follows:

For lighting and fans	5 annas	6 pies	per kWh
For factories and mills . . .	1 ,,	6 ,,	,,
For suger mills	1 ,,		,,
For irrigation pumping . . .	1 ,,		,,

Most of the licensed electric supply undertakings in India, when they first come in operation, begin by charging 8 annas per unit, the maximum rate allowed by the Government. The Ganges Canal hydro-electric scheme, as the above scheme is called, is thus considered to offer electric light and fan service to a total urban population of 952,000, at a sufficiently cheap rate and power for industries cheaper even, in spite of the fact that it is proposing to supply power by erecting an elaborate network. The primary transmission voltage will be 33,000 V and will include 156 miles of double circuit and 682 miles of single circuit lines erected at Rs 8,430 and Rs 4,900 per mile respectively. The branch circuits will work at 11,000 V and a cheap type of rural pumping line has been designed to cost Rs 2,500 per mile. It is considered that these costs are favourable compared to lines of similar capacity hitherto constructed elsewhere. The capital outlay on the generating stations is claimed to have been practically halved at Rs 296 per kW up to the high-tension bus-bar by installing the generators on the existing foundations instead of on detached foundations, — a novel engineering feature of the enterprise. The total capital cost of the present project is Rs 92 lakhs[2] for works and plant and Rs 15 lakhs for establishment and overhead charges. The distributing companies ensure to the Government a minimum revenue of Rs 495,300; the estimated financial liability to the Government including depreciation and all operating and maintainance charges is expected to be not less than 5% and more on the capital outlay.

The Madras Grid

Following these unprecedented power-grid developments in the Punjab and the U. P., the authorities in the Madras Presidency are also hurriedly pushing through a hydro-electric project in the Nilgiris, about 320 miles from the main load centre at Madras City. This is known as the Pykara-Moyer project and is a 40,000 HP scheme involv-

[2] One lakh = 0.1 million.

ing the construction of two power stations using the waters of the same successively at two heads of 3,250 feet at Pykara and 1,000 feet at Moyer. For the present the power house at Pykara will contain 3 × 12,000 H P generating sets and that at Moyer will have two 15,000 HP units. An extensive transmission line at 110 kV and 66 kV will be erected to cover most of the industrial districts in Southern India, for the present Nilgiris, Coimbatore, Pollachi, Annamalais, Tiruppur, and Erode. The total will be over Rs 400 lakhs of which Rs 130 lakhs will be required for transmission. Bulk rate for power will be 0.8 annas per kWh.

The ultimate capacity of the Pykara project is about 100,000 HP The whole of this power will require time to be completely exploited the total installed motive power in the province is assessed at 66,000 HP and if it does not become financially absurd to transmit power from the Pykara project over 350 miles to Madras City and to take care of loads in Calicut, Cochin, Shoranur and Salem, extensions of the Pykara project might be expected sooner. Three 24,000 HP units are therefore provided for in the Pykara Power House in addition to the three 12,000 HP units now under erection. From a second project in the Palni Hills, the Perriar Reservoir Project, Trichinopoly and Madura and from the Papanasam Project in the Tambrapani river, further south, Papanasam, Tuticorin and Sattur might be supplied with power. These three schemes may be ultimately tied into a common transmission network to supply 120,000 kW at a total capital expenditure of Rs 950 lakhs. Arguments supporting the expenditure of such a large sum for a grid like the above have been advanced by the officials concerned to the Madras Government and point out the fact that Madras imports coal and fuel oil (excluding petrol) are worth more than Rs 300 lakhs and that this fuel is perhaps wholly consumed in the Province. If the total fixed charges on the capital outlay of Rs 950 lakhs does not come up to over Rs 70 lakhs, it would be reasonable to expect that the decrease in the value of the imported fuel, on account of motive power supplanting raw fuel engines, will be in excess of these charges.

Pending the development of these hydro-electric schemes, small electric light and power plants are either erected or are under erection in Madura, Srirangam, Rajahmundry, Calicut, Coconada, Bezwada, Karalkudi, Vellore, Nattarasankotta, Kurnool and Hindupur. A power station is to be erected at Tuticorin to supply power to Tuticorin, Pallamcotta and Tinnevelly, while another at Vizigapatam will take care of Vizigapatam and Vizianagram. These stations will help considerably to build up a satisfactory load for the proposed hydro-electric grid. It is significant to note that in 1919 there were only two licensed electrical undertakings working in Madras and that the consumption per capita of Madras City is only 30 units whereas the consumption in the neighbouring city of Bangalore and Mysore, where hydro-electric energy was made available decades ago, is about 100. There is, therefore, a large potential market for cheap power and a good deal of study is

being made to develop, if possible the 500,000 HP of potential water power.

While spectacular schemes with unprecedented results are being assured by the respective Provincial Governments in connection with the Punjab, the U. P. and the Madras hydro-electric schemes, hydro-electric development in Bombay has received a set-back at the hands of the G. I. P. Railway authorities, and as this Railway is owned and operated by the Government of India it might be said as well that the Imperial Government is responsible for the set-back. It is said that the Punjab, the U. P. and the Madras schemes received their inspiration from the Holland Industrial Commission of 1917. The Tata hydro-electric power supply scheme originated before that date, in 1915, and was at that time the biggest electric power plant in India. The success of this project successively led the promoters, Messrs. Tata Sons Ltd., to the construction of hydro-electric plants some details of which are given in the following table:

Year	*Plant*	*Situation*	*Capacity HP*	*Units X B HP*	*Volts*	
					Gener.	*Trans.*
1915	Tata Hydro-Electric Power Supply Co.	Khopoli	60,000	5×10,000	5,000	110,000
1925	Andhra Valley Power Supply Co.	Bhivpuri	65,000	6×10,000 2×10,000 (provision)	5,000	100,000
1927	Tata Power Co.	Bhira	80,000	8×10,000	11,000	110,000

In 1925 when the plant capacity of the Tata Group was 125,000 HP the demand for power from the system was 40,000 H P in excess of that capacity and that for the island of Bombay only. This excess load demand together with the logical expectation of the G. I. P. Railway electrification load becoming available to the Group, led to the construction of the largest plant of the Group, viz. the 80,000 HP plant of the Tata Power Co. at Bhira of which the ultimate capacity is 1,50,000 HP Contrary to expectations, however, the G. I. P. Railway authorities, with the sanction of the Government Railway Board, set about erecting their own 1,04,85,200 rupees, 4×10,000 kW steam power plant at Kalyan, 30 miles from Bombay. The curious fact is that the Bombay Electric Supply & Traction Co., who owned one of the largest and most efficient steam power plants and have been supplying power to the City of Bombay since 1915, have found it profitable to purchase power in block from the hydro-electric group and have completely closed down their steam plant. The Poona Electric Supply

Company, which works 70 miles from Kalyan, also proposes to purchase about 6,000 H P from the same source. In the face of these facts it is hard to believe that the steam power plant at Kalyan will be able to supply power cheaper than that obtainable from the Tata Group. The G. I. P. Railway's power plant scheme was much adversely critisised in the Indian Legislature and is looked upon with misgivings as all Government projects in India.

Regarding the set-back received by the Tatas, it might be said that before the construction of the second Tata project, the Andhra Valley Power Supply Co. was completed, its whole output was booked. If the G. I. P. railway received power from the Tata Group, as was expected by every Indian industrialist, the same thing would have been repeated with the Tata Power Co. and this success would have led the promoters to take up the construction of the 2,50,000 HP Koyna River Hydro-Electric Power Project. With this, a beginning was expected to have been made in the manufacture of aluminium about 4,000 tons of which, worth Rs 90 lakhs, is annually imported into India. There were prospects of making a beginning in some other electro-chemical industries and rural electrification also. However, as it stands now, the Tata Group has been responsible for supplying motive power to the Bombay Electric Supply & Tramways Co. at 0.45 anna per unit who retail it to the city and small power consumers at 1.5 to 2 annas a unit, to 83 large cotton mills which constitute the largest power industry of India and 50 % of whose looms and spindles are located in Bombay, to some large flour mills, oil mills and ice factories, and are left with a balance of power with which the Company is going to take up the electrification of 14 suburban and district towns en route the transmission line. It may be mentioned here that the length of the transmission lines of the three hydro-electric companies are as follows:

Bombay Hydro-Electric and Power Supply Co. . .	60 miles
Andhra Valley Power Supply Company	56 miles
Tata Power Company	77 miles.

The Hydro-Electric Group supply power direct to all consumers contracting for more than 500,000 units per annum at the following rates:

0.5 anna per unit, mill-owners installing their own electrical equipment,
0.55 anna per unit, the supplying company erecting the mill-owners' electrical equipments.

This rate has been revised and raised in 1925 as follows:

0.725 anna per unit plus (I) a fixed charge of Rs 200 per month for the supervision of transformers;
(II) a fixed charge of Rs 400 per month for the supervision of motors per 1000 HP,

the whole of the electrical equipment being supplied and erected by the mill-owners themselves. In spite of this revised and enhanced rate, bulk

supply of power is considered to be cheaper in Bombay as is evidenced by the readiness with which such power has been availed of by the Bombaymill-owners. In the case of the smaller industries and domestic consumers taking less than 500,000 units per year the the situation is different. This group has to purchase power from the Bombay Tramways and Electric Supply Company Limited who get it in bulk at 0.425 anna a unit and sell it in retail at 1.5—2 annas or more per unit. This rate is rather high to bring about the desired electrification of the smaller industries in general in view of the fact that crude oil engines are found capable of being operated at 0.5 anna per HPhr in the larger sizes to about 1 anna in the smaller ones. The retailing of power has therefore not come up to expectations in Bombay where the private distributing company seems more interested in giving large dividends to its shareholders than to materially benefit the consumers by offereing a smaller rate.

Among the other industrialised provinces of India which have carefully studied the experiences of the private enterprise in hydro-electric development in Bombay and are awaiting the experiences of the Government projects in the sister provinces of the Punjab, the U. P. and Madras, Bengal stands foremost. Bengal enjoys the proximity of an extensive coal field in the south and west, and a large block of hydro-electric power, about 1,000,000 kW of ultimate capacity from the river Teesta in the north, within 500 miles of each other. A 78,000 kW (60,000 kW at Cossipore and 18,000 kW at Garden Reach) interconnected power plant, having an ultimate capacity of 160,000 kW, now operates over 127 sq. miles in and about Calcutta, the principal load centre in Bengal, and supplies its 25,000 consumers at an average rate of 1½ annas about 90 million units per annum meeting a maximum load of over 41,000 kW. Some of the jute mills, all of which are situated within 25 miles of Calcutta, purchase power from the Calcutta Electric Supply Corporation, others get it in group from central stations erected specially for jute mill supply such as those at Gourepore and Bhatpara, while still others have their own power plants. The Gourepore and Bhatpara power stations have lent to the electrification of towns like Chandernagar, Hugly and Bhatpara; the Calcutta power station has recently extended its supply to the suburban town of Serampore, 16 miles from Calcutta and this is the maximum distance over which the Calcutta plant has so far transmitted its power. The power rates which the residents of Serampore now enjoy for this new commodity of electricity are almost half as cheap as the rates obtainable in other towns of Bengal which are either electrified or are under electrification. Of late years the electrification of such towns is proceeding rather rapidly in Bengal, and Diesel engines are almost without exception being used for prime movers. Diesel engines are also very largely used in the tea gardens in Bengal; these tea gardens are located in the northern part of the Province and assure a good load to any scheme for utilising the power resources of the Teesta. Electric power from the

Municipal hydro-electric plant at Darjeeling, the oldest hydro-electric plant in India, has been very largely used in the tea gardens of Darjeeling District. Thus there is a growing demand for power all over Bengal, in the tea gardens in the north, in all the districts and other towns throughout the province, amongst the large engineering industries and coal fields in the south and west, and for the proposed railroad electrification of the suburban railways of Calcutta. Under these circumstances the proposal for a super-power grid extending cheap electrical service all over the province need not be passed over as an improbable proposition. Next to Bombay, Bengal is the most industrialised province of India, and if the power-grid schemes in some of the less industrialised sister provinces happen to be successful, there is no reason why they should not be successful in Bengal. There are other provinces which have large potential water power resources, such as C. P. and Assam, but they do not possess power industries of any magnitude. Thus Assam enjoys the highest rainfall of about 400 inches in course of a few months, but this rainfall cannot be harnessed, as it has been in Bombay, for want of load. There are possibilities of founding electro-chemical industries in India with the help of this cheap hydro-electric power, but as these industries would be absolutely of a new character, they have not attracted much attention from Indian industrialists. For such developments the advent of Americans is looked upon with expectations in some quarters. It may be mentioned that American finance has already established a co-operation with the Tata Group in Bombay.

India is now passing through an age of industrial development; in the near future we expect to see a lot of industries spring up in different centres of India either in her own line quite different from those of the highly industrialised countries of the world or probably on the latter lines. Whatever may be the line of development, power will undoubtedly be of prime importance. Besides the three main resources of power, coal, oil and water, oil resources of India are very limited and are available only in Burma and to a little extent in the Punjab and Assam. Coal, though sufficient, is situated only in limited areas primarily of Bengal and Behar, and of Assam and the Punjab to certain extent. As transportation of coal by railway, practically the only means of transportation here, is very dear, so power derived from coal is becoming more and more confined to those limited areas where it is available. But the resources of water power are very abundant as is borne out by the following table due to the U. S. A. Geological Survey Reports.

This power is available in every province of the country as shown by the shaded area on the map of India (Map A), the entire East Indian Ocean drainage area being responsible for about 23,000,000 HP private enterprises and some of the Indian States and Municipalities have exploited profitably some of the water power resources so far. And now the advent of the Government in some of the provinces such as the Punjab, the U. P. and the Madras marks a new phase in the power

World's Water-Power Resources
(By Continents)

Continent	Horse-power developed at the end of 1926	Potential horse-power (approx.)
Africa	14,000	190,000,000
North America	16,800,000	66,000,000
Europe	13,100,000	58,000,000
Asia	2,100,000	69,000,000
South America	750,000	54,000,000
Oceana	240,000	17,000,000
Water-Power of Asia		
India	200,000	27,000,000
China	1,650	20,000,000
Siberia	90,800	8,000,000
Japan	1,750,000	4,500,000
Siam and Malaya	4,500	4,000,000
French Indo-China		4,000,000
Chosen	18,300	500,000
Afganisthan	2,000	500,000
Asia Minor	500	500,000
Persia		200,000

development policies and exploitation of water power resources of India. Besides her industrial needs, electric power is a necessity in the everyday life especially in the hot climate of India. It should therefore be no longer looked upon as a luxury available only to the wealthy, but as a legitimate source of exploitation. Rather it should be classed as a public utility and should belong to the same group as Irrigation, Water Supply, Posts and Telegraphs, and Railways administered by the Government or a Government Agency. Indian public opinion is growing against the policies pursued by the Calcutta Electric Supply Corporation, the Madras Electric Supply Corporation and other such bodies who are registered in England and publish their reports in England without giving the Indian public any opportunity to discuss such reports in the light of the revenue earned from them. And as the Government in India is in the fortunate position of being able to raise loans at as low a rate as 4½ to 5 %, there is no reason why an attempt should not be made to bring some of the public electric supply undertakings under national control in some form or other. This would surely happen if the experiments in power developments, especially in the Punjab, are made successful as is now pledged.

Zusammenfassung

Ein großer Fortschritt in der Entwicklung von Kraft und Kraftbetrieb wurde in der letzten Zeit in Indien gemacht. Vor 10 Jahren gab es eine Elektrizitätsversorgung nur in einigen großen industriellen Städten Indiens; jetzt hat aber fast jede Stadt entweder schon Elektrizität oder versucht, eine Kraftzentrale

für sich bauen zu lassen. Der Kraftverbrauch in der Industrie ist auch wesentlich gesteigert.

Öl gibt es in Indien nur wenig; Kohle wohl genug, aber sie findet sich nur in einzelnen Gebieten. Die Beförderung der Kohle ist nur per Bahn möglich, daher sind die Transportkosten sehr teuer. Andererseits hat man aber große Wasserkräfte, und zwar in jeder indischen Provinz. Es ist daher die Ausnutzung der Wasserkraft von hoher wirtschaftlicher Bedeutung. In der letzten Zeit hat auch die Regierung sich viel mit dieser Frage beschäftigt. Eine kurze Beschreibung der Entwicklung der größeren Wasserkraftwerke mit großer Fernleitung ist hier gegeben.

Die größten Wasserkraftwerke und die erste Überlandzentrale haben zusammen über 225 000 PS und alle gehören Tata & Sons, der bedeutendsten Unternehmung Indiens. Mit dieser Kraft wird auch die Baumwollindustrie in Bombay versorgt.

Wegen dieser Unternehmung ist der Stromtarif in Bombay der niedrigste in Indien.

Da die Tata-Unternehmung noch nicht in der Lage ist, die Dörfer und Hausindustrien mit Elektrizität zu versorgen, so wartet man, bis The Punjab Hydro-Electric Scheme (Punjab Wasserkraftversorgung), welches sich im Bau befindet, in der Lage sein wird, die genannten Bedürfnisse zu erfüllen.

Dieser Entwurf ist vorläufig für 38 000 PS bestimmt, soll von der Regierung selbst ausgeführt werden und Rs 578 Lakhs kosten. Sobald aber die max. Kraft von 120 000 PS ausgenutzt werden wird, soll die Anlage die ganze Provinz Punjab versorgen und auch die Dörfer.

Ein anderer Entwurf, The Ganges Canal Scheme, wird bald beendet sein, der für die vereinigten Staaten von Agra und Oudla bestimmt ist. Dieser Entwurf ist dadurch charakterisiert, daß er die Gefälle des Bewässerungskanals — des Ganges-Kanals — zur Kraft ausnutzt. Dieser Kanal ist für die Landwirtschaft zwischen den Flüssen Ganges und Dumna ausgeführt.

Ein dritter Entwurf — The Madras Hydro-Electric Scheme — wird auch vom Staat vorbereitet in Pykara in Mysore, etwa 350 Meilen von Madras entfernt.

Es kommt viel darauf an, wie sich alle diese Entwürfe wirtschaftlich auswirken werden. Aber wenn es einigermaßen gelingt, werden viele andere Entwürfe solcher Art auch in anderen Provinzen — Bengal und Central Provinces — von der Regierung unternommen werden. An Wasserkräften sind in Indien etwa 27 Millionen PS vorhanden, und man kann wohl annehmen, daß die Wasserkräfte in Indien weiter ausgebaut werden.

Generalbericht

Wasserkraftwirtschaft in einzelnen Ländern

Ministerialrat Dr.-Ing. Krieger

Die Berichte über dieses Thema sind folgende:

Bericht Nr. 391: Die Gezeiten als Kraftquelle in Argentinien (Argentinien)
Ing. M. E. Piaggio

Für zwei als besonders günstig erachtete Stellen der patagonischen Küste Argentiniens sind Projekte aufgestellt, welche von der praktischen Durchführbarkeit der Ausnützung von Gezeitenkräften und deren Wirtschaftlichkeit überzeugen.

Der Golf von San José ist 780 km² groß. Die 7 km breite Einfahrt soll durch einen Damm abgeschlossen werden. Dadurch wird ein zwischen 0,5 m und 2,25 m schwankendes Gefälle ausnutzbar, für das eine Kraftwassermenge von 90 000 m³/sec bis 150 000 m³/sec zur Verfügung steht. In den Absperrdamm werden 376 Turbinen eingebaut mit 8 m und 10 m weiten Saugrohren. Die Turbinen werden wechselweise vom Land und vom Meere her beaufschlagt. Es wird eine tägliche Leistung von 10 Millionen kWh errechnet. In dem 1100 km entfernten Buenos Aires soll die Kilowattstunde erst auf 1 Pfg. zu stehen kommen. Die Baukosten der Anlage sind rd. 400 Millionen Mark angenommen.

Eine weitere günstige Ausnützungsstelle ist an der Mündung des Deseado vorhanden. Hier soll mit rd. 300 000 Mark Kostenaufwand eine Versuchsanlage ausgeführt werden.

Bericht Nr. 146: Water Power Resources of Canada and their Development (Canada)
J. T. Johnston

Kanadas industrielle Entwicklung im gegenwärtigen Jahrhundert ist durch seine Wasserkräfte begünstigt. Die neuesten Schätzungen beziffern die verfügbaren Wasserkräfte auf insgesamt 20 347 400 PS bei gewöhnlichem Niederwasser und auf 33 817 200 PS während 6 Monaten im Jahre, was einer installierten Gesamtwasserkraft von ungefähr 43 700 000 PS entsprechen würde. Die Wasserkraftwerke sind in günstiger Weise auf alle Provinzen des Dominions verteilt, insofern als sie gerade dort liegen, wo die kanadischen Kohlenlager am weitesten entfernt sind.

Zur Zeit der ersten Weltkraftkonferenz betrug die Leistung der aufgestellten Turbinen 3 227 000 PS, und man schätzte, daß sie bis Anfang

1930 auf 5 200 000 PS ansteigen würde. Die tatsächliche derzeitige Leistung geht mit 5 711 000 PS darüber hinaus. Während dieser 6jährigen Periode ist also die Zahl der aufgestellten Turbinenkraft um 79% gestiegen, während die Bevölkerungsziffer nur ungefähr 7% zugenommen hat. Auf 1000 Einwohner kommen z. Zt. 583 PS. Während der 6jährigen Frist hat auch eine bemerkenswerte Ausdehnung und Verknüpfung der Übertragungs-Systeme stattgefunden, so daß 1928 mehr als 95% der gesamten in elektrischen Zentralen erzeugten Energie von nur 18 Gesellschaften geliefert werden. Die im Jahre 1924 erreichte Höchstspannung in den Freileitungen ist gestiegen; es gibt jetzt Leitungen mit 134 000, 168 000 und 224 000 Volt Spannung. Der größte Teil der elektrischen Energie wird in den elektrischen Verteilungszentralen erzeugt, nämlich 84,1 %, ungefähr 10,1 % in Holzstoff- und Papierfabriken und 5,8% in anderen industriellen Anlagen. Von den elektrischen Verteilungszentralen nehmen wieder die Holzstoff- und Papierindustrie als bedeutendste Industrie des Landes 25,1% der gesamten Leistung, und die Bergwerksbetriebe 8,6% ab.

Bericht Nr. 224: Storage Reservoirs in Canada (Canada)
Dr. O. Lefebvre

In Kanada können bei niederer Wasserführung 20 Millionen PS erzeugt werden. Ausgebaut waren bis zu Beginn 1930 etwa 5,7 Millionen PS. Im nördlichen Teil Kanadas sind Speicheranlagen ausgeführt, die in den nächsten Jahren rd. 1,6 Milliarden m³ fassen.

Am St. Lorenzostrom wurde eine Reihe der vorhandenen Seen zu Speicherzwecken zusammengefaßt, die eine Ausnutzung von 5 Millionen PS ermöglicht.

In einzelnen Fällen gelang es durch Stauanlagen die vorher nur während 7 Monaten des Jahres vorhandene Wasserführung der Flüsse auf das ganze Jahr auszudehnen. Die Wasserabgabe aus den Stauräumen ist durch Gesetz geregelt. Die Nutznießer tragen im Verhältnis zu den Jahreskosten bei.

Bericht Nr. 388: Ausnutzung der Aura-Wasserkraft durch Überführung nach dem Sunndalfjord (Norwegen)
E. Svanöe

In Norwegen war es möglich, Wasserkräfte, die bisher wegen ihrer Entfernung von der Seeküste nicht gut ausgenutzt werden konnten, wirtschaftlich nutzbar zu machen durch Umleitung eines ganzen Flusses aus dem alten Bett in ein neues, zur Küste auslaufendes Tal, wo die Kraft besser verwertet werden kann.

Die erste Konzession zur Überführung eines Flusses in einen anderen Wasserlauf wurde in Norwegen am 14. Juni 1928 erteilt, indem der Gemeinde Voß und der Bergenshalvöens Kommunalen Kraftgesellschaft vom Storthing gestattet wurde, die Torfinaa gemeinschaftlich zu regulieren und in den Bergdalwasserlauf zu überführen.

Zur Zeit ist ein ähnliches Gesuch für Aura in Behandlung.

Im Jahre 1912 wurde ein Gesuch betreffend Konzession zum Ausbau des Auraflusses und Lilledalflusses in zwei Alternativen eingereicht:

1. Aurafluß nach Lilledalen übergeführt mit gemeinschaftlicher Station am Fjord in Sunndalen,
2. Aurafluß und Lilledalfluß für sich ausgebaut, jeder in seinem Tale und jeder mit seiner Station.

Im Jahre 1913 erhielt Aura die Konzession gemäß der letzteren Alternative, und der Ausbau des Lilledalflußes in Sunndalen wurde daher in Gang gesetzt. Es zeigte sich indessen, daß sich die Großindustrie nur wenig für den Aurafluß und den Mardölafluß, die ihre Stationen 25 km von der See entfernt bekamen, interessierte, und als die Bauarbeiten eingestellt wurden, wurde daher die Arbeit für einen gemeinschaftlichen Ausbau des Lilledalflusses und des Auroflusses wieder aufgenommen.

Es wurde beschlossen, in der nächsten Nähe des am Sunndalsfjord gekauften Geländes ein Kraftwerk zu errichten zur Erzeugung von 250 000 PS das ganze Jahr hindurch. Am Kraftwerk steht ein Gefälle von über 700 m zur Verfügung. Die Errichtung von drei automatischen Unterstationen mit 11 000 PS ist vorgesehen. Die Wasserkräfte des Mardölaflusses werden ins Eiskisdal umgeleitet und ausgenutzt in einem Kraftwerk am Eiskisdals-See, etwa 30 km südwestlich Sunndalen.

Die den am Sunndalsfjord gelegenen Fabriken zur Verfügung stehende Energie wird daher nach und nach auf 290 000 PS gebracht werden können. Nach Fertigstellung des Unternehmens wird es möglich sein, 210 000 kW zum Preise von 0,4 bis 0,5 Öre pro kWh den Fabriken zur Verfügung zu stellen. Die Frachtraten für Rohstoffe und Fertigware werden billig sein, da der Wasserstand des Fjords auch den größten Schiffen gestattet, bis dicht an die Fabriken heranzufahren. Die Küste am Fjord bietet auch genügend Baufläche.

Bericht Nr. 135: Stand der Wasserkraftausnutzung in Italien am 31. Dezember 1928 (Italien)
Serv. Idrogr. Ital.

Ende 1928 waren in Italien 719 große Wasserkraftanlagen (das sind solche mit mehr als 300 PS) mit einer Leistung von 2,85 Millionen PS und einer installierten Leistung von 3,014 Millionen kW in Betrieb. Einschließlich der kleineren Werke werden 3,1 Millionen PS für als in Italien anfangs 1929 in Betrieb stehende Wasserkraftanlagen und für die aufgestellten elektrischen Maschinen 3,2 Millionen kW oder 4,35 Millionen PS angegeben. Es kommen in Italien rd. 9,7 kW auf den Quadratkilometer und 73 W auf den Einwohner. Die hydroelektrischen Anlagen Italiens umfassen zahlreiche wichtige Saison-Speicherbecken, denen in Zukunft noch die großen Alpenseen zuzuzählen sind. Anfang 1929 waren 68 künstliche Seen mit einem Stauraum von über 500 000 m^3 vorhanden. Ihr gesamtes Fassungsvermögen betrug 1,25 Millionen m^3 (entsprechend 960 Millionen kWh). Ende 1928 waren außerdem Kraft-

werke mit insgesamt rd. 885 000 PS in Bau begriffen. Die Gesamterzeugung an elektrischer Arbeit war Ende 1928 9,75 Milliarden kWh, von denen über 9,5 Milliarden kWh durch Wasserkraft erzeugt wurden. Aus der Schweiz werden rd. 240 Millionen kWh eingeführt. Der Gesamtverbrauch an elektrischer Arbeit bezifferte sich also auf ungefähr 10 Milliarden kWh; es treffen 258 kWh auf den Einwohner und 32 000 kWh auf den Quadratkilometer des Landes. Von diesen 10 Milliarden kWh sind 1,2 Milliarden für Beleuchtung und Heizung, 950 Millionen für Bahnbetrieb, 5,35 Milliarden als Betriebskraft für Fabriken und gewerbliche Betriebe und 2,5 Milliarden für chemische und metallurgische Industrie verwendet worden.

Bericht Nr. 136: Conduites Forcées en Italie (Italie)
Ing. E. Bernardini

Die Fortschritte in der Ausführung von Druckleitungen in Italien, angefangen von den Verteilungsrohren aus Blei und Ton für das durch die Aquaedukte herangeführte Wasser im alten Rom, dann übergehend zu den gegen Ende des 17. Jahrhunderts aufkommenden gußeisernen Röhren werden beschrieben. Eine weitgehende Verwendung von Druckleitungen brachte aber erst die gegen Ende des 19. Jahrhunderts in steigendem Maße aufgekommene Verwendung elektrischer Energie, zu deren Erzeugung das an Betriebsstoffen anderer Art, wie Kohle, arme Italien, die reichlich vorhandene Naturkraft des Wassers in immer größerem Umfange zur Ausnutzung brachte. Es werden drei Zeitabschnitte unterschieden, die Zeit der genieteten Metallrohre, der geschweißten Rohrleitungen und der jetzigen mit eisernen Ringen verstärkten Rohrleitungen. Für jede dieser Perioden werden Angaben über die in Italien ausgeführten Anlagen gemacht, angefangen mit der im Jahre 1892 ausgeführten Anlage bei Tivoli bis zur modernen Anlage in Kardaun bei Bozen, die wegen ihrer Kraftentwicklung von 250 000 kW und durch die erstmalige Anwendung von durch eiserne Ringe verstärkten Druckrohren von 2,8 bis 2,5 m Lichtweite bei einem Gefälle von 161 m besonders bemerkenswert erscheint. Zum Schlusse wird noch der Ausführung von innen mit glatten oder verstärkten geschweißten Eisenrohren verkleideten Stollen zu Wasserkraftzwecken Erwähnung getan.

Bericht Nr. 395: Les industries hydro-électriques au Portugal (Portugal)
J. A. Lopes Galvão

Die Industrieentwicklung Portugals wurde bisher durch den Mangel eigener Kohle gehemmt, trotz guter Absatzmöglichkeit und billiger Rohprodukte aus den Kolonien. Die derzeitige Industrie benötigt etwa 200 000 PS, die Hälfte wird durch Wasserkraft erzeugt. Trotz eines durchschnittlichen Jahresniederschlages in Portugal von rd. 880 mm und der hügeligen Beschaffenheit des Landes ist der Ausbau von Wasserkräften schwierig, da das an sich reichliche Niederschlagswasser in den

vegetationsarmen Bergen rasch abfließt. Es könnten trotzdem 2 Millionen PS ausgebaut werden.

Die größten Wasserkraftausbaumöglichkeiten sind am Douro und am Zezere, einem Nebenfluß des Tagus, gegeben. Hier ist ein Staudamm von 93 m Höhe geplant.

Bei Ausbau dieser besonders günstigen Wasserkräfte kann die bisherige Kohleneinfuhr um die Hälfte abgemindert werden.

Bericht Nr. 411: Die Pumpspeicherung in der tschechoslowakischen Republik (Tschechoslowakei)
Ing. V. Pavlousek

Trotz des Überflusses an Kohle ist man in der Tschechoslowakischen Republik dazu übergegangen, den unregelmäßigen Energieanfall der Flußkraftwerke außer durch Dampfkraftwerke auch durch Pumpspeicherung zu ergänzen. Zur Pumparbeit muß billiger Abfallstrom von Flußkraftwerken oder billige Dampfkraft zur Verfügung stehen, und zwar darf die Pumpenergie nicht mehr als ein Drittel des Verkaufspreises der gewonnenen Spitzenkraft kosten.

Mehrere Pumpspeicherwerke mit günstigen Ausbaumöglichkeiten sind geplant, ein Werk, die Anlage am Schwarzen See im Böhmerwald ist im Bau. Die Pumpe kann 0,4 m^3/sec auf eine Höhe von 284 m drücken.

Bericht Nr. 363: Energiebeschaffung und Energiewirtschaft der Stadt Stockholm (Schweden)
R. Dahlander

Die im südlichen, gegenüber dem Norden wasserkraftärmeren Teil Schwedens gelegene Stadt Stockholm hat sich unabhängig von den großen Wasserkraftunternehmen des Landes gehalten und sich durch Erwerb eigener Wasserkräfte am Dalälfflusse, etwa 150 km nördlich und am Indalsälf, etwa 425 km nördlich von Stockholm seinen Energiebedarf auf 15 bis 20 Jahre hinaus gedeckt. Am Dalälf hat die Stadt Stockholm in den Jahren 1912 bis 1919 den sog. Untrafall zum Untrawerk ausgebaut mit einem Nutzgefälle zwischen 12,35 m und 15,3 m, bei 180 m^3/sec Niederwassermenge und 352 m^3/sec durchschnittlicher Nutzwassermenge. Es sind 4 Turbinen mit je 10 000 PS Leistung aufgestellt, eine weitere derselben Größe kann noch eingebaut werden. Je nach der Wasserführung können 140 bis 240 Millionen kWh erzeugt werden. Die Kraft wird nach Stockholm mit einer 133 km langen Leitung für 100 000 V übertragen. Oberhalb des Untrawerkes ist ein 8,5 km^2 großer Speichersee angelegt. Zur Zeit des Höchstbedarfs im Winter muß Stockholm zwischen 6,1 und 17,7 % des Gesamtkraftbedarfs durch Dampfkraft decken. Im Jahre 1930 wird am Dalälf unterhalb des Untrafalles ein weiteres Wasserkraftwerk vollendet, das nach Vollausbau im trockenen Jahre 180 Millionen kWh liefern kann. Der Energiebedarf in Stockholm hat in den letzten 5 Jahren um je 12 % zugenommen. Im Jahre 1928 betrug der Verbrauch pro Kopf 328 kWh.

Bericht Nr. 210: Waikaremoana Power Development (New Zealand)
F. T. M. Kissel

Der Waikaremoana-See liegt auf der Nordinsel des Dominions Neuseeland in 642 m Seehöhe, 35 km von der Meeresküste entfernt. Unterhalb des Sees sind von den staatlichen Werken in Neuseeland drei Gefällsstufen mit zusammen 140 000 kVA Höchstleistung ausgebaut. Das mittlere Werk mit 183 m Gefälle und 60 000 kVA Höchstleistung wurde zuerst erbaut, von diesem aus werden die beiden anderen Werke mittels Fernsteuerung betrieben. Für das zweite Werk wurde die unterste Stufe ausgenützt mit 122 m Gefälle und 40 000 kVA Höchstleistung. Für das dritte und jüngste Kraftwerk wurde die oberste, sich an den Waikaremoana-See anschließende Stufe mit 137 m Gefälle und 40 000 kVA Höchstleistung ausgewertet. Das Unterwasser dieses letztgebauten Kraftwerkes mündet in einen kleinen See, den Kaitawasee. Vom Ostrand dieses kleinen Sees fällt das Wasser über einen steilen Geländehang nach der 183 m tiefer liegenden Whakamarino-Ebene ab mit der ersterbauten Kraftstation.

Im ganzen sind 8 Stromerzeuger von je 20 000 kVA aufgestellt, je mit horizontalachsiger 28 000 PS Francisgegenstromturbine gekuppelt.

Bericht Nr. 310: Die Wasserkraftnutzung der österreichischen Donau mit Beziehung auf die internationale Schiffahrt (Österreich)
Ing. C. Grünhut-Bartoletti

Die 343 km lange österreichische Donau bildet mit ihrer außerordentlich hohen Niederwassermenge von 800 bis 1000 m³/sec die bei der Eigenart des Einzugsgebietes in den Trockenzeiten des Winters und des Sommers annähernd gleich bleibt, eine außerordentlich ergiebige und hochwertige Wasserkraftquelle Österreichs. In den Talengenstrecken kommen Stauwehre mit anschließenden Krafthäusern bei kurzem Unterwasserkanal in Betracht (Grafenau, Steyregg, Persenbeug, Aggsbach, Dürrenstein mit zus. 281 000 PS mittl. Leistung). In Talweitungen können von den Flußbauwerken schiffbare Seitenkanäle abzweigen, in diese werden die Krafthäuser verlegt. (Ottensheim, Wallsee mit zus. 219 000 PS mittl. Leistung.) In Strecken mit breitem Überschwemmungsgebiet lassen sich die gebotenen Wasserkräfte ohne Stauwerke, mittels Seitenkanälen, die von freien Einlaufbauwerken ausgehen, ausnützen (mittl. Leistung der Kraftwerke in diesen Strecken 200 000 PS). Das gesamte jährliche Arbeitsvermögen aller ausbaumöglichen österreichischen Donaukraftwerke ist zu 5450 Millionen kWh berechnet.

Die Ausnützbarkeit der österreichischen Donaukräfte hängt von der verlangten Rücksichtnahme auf die internationale Donauschiffahrt ab. Wenn der Schiffahrtsbetrieb gegenüber den bisherigen Betriebsmöglichkeiten auch keine geringfügigen Einschränkungen erfahren dürfte, müßte sich die Wasserkraftgewinnung mit nur 2 von den 13 ausbaubaren Kraftstufen begnügen.

Bericht Nr. 182: Stand des Ausbaues der österreichischen Staubeckenanlagen und ihr Einfluß auf die Rationalisierung der österreichischen Wasserkräfte (Österreich) Ing. F. Kühnelt

Die in Österreich vorhandenen, projektierten und als ausbaufähig angenommenen hydraulischen Speichermöglichkeiten sind zusammengestellt. Bei einem gegenwärtigen Jahresarbeitsvermögen von rd. 3 Milliarden Wasserkraft-kWh in Österreich wären Speicherräume für eine Jahresarbeit von 400 Millionen kWh erforderlich, um die normale Lauferzeugung der Wasserkräfte so zu ergänzen, daß eine Ausnutzung von etwa 75 % bis 80 % der Jahresmittelleistung in trockenen Jahren erreicht wird. Die österreichische Energiewirtschaft verfügt unter Einschluß der noch in Bau befindlichen Anlagen über einen Speicherraum von 174 Millionen m^3 und über ein Jahresarbeitsvermögen von 168 Millionen kWh. Beschleunigter Ausbau großer Speicheranlagen wird verlangt. An Stelle entwicklungshemmender behördlicher Vorschriften für besondere Talsperrenbauweisen soll bei Projektierung und Erbauung von Talsperren in das behördliche Genehmigungsverfahren ein fachtechnischer Beirat (Staubeckenkommission) als sachverständiger Gutachter eingeschaltet werden.

Entwicklungslinien

In allen Ländern, die für Indienststellung von Wasserkräften in Frage kommen, bestrebt man sich, die Energiewirtschaft immer mehr auf Wasserkräfte abzustellen, vor allem in Ländern, die für Energieerzeugung Kohle einführen müssen. Die Verbilligung der Energieerzeugung wird erreicht durch Ausbau möglichst großer in einer einzigen Anlage zusammengefaßter Kräfte und durch Verwendung möglichst leistungsfähiger Maschinensätze. Die hohen Spannungen der Kraftleitungen erleichtern das Heranziehen und den Ausbau günstiger Ausnutzungsmöglichkeiten unabhängig vom Verbrauchsort der Kraft. Ein zukunftsreiches Problem der Energiewirtschaft scheint in Argentinien der Lösung entgegengeführt werden zu sollen, das Ausnützen der Gezeitenkräfte des Meeres. Neben der richtigen Wahl und Ausgestaltung der maschinellen Einrichtungen von Gezeitenkraftwerken wird die Ermöglichung solcher Anlagen in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht immer von günstigen örtlichen Verhältnissen abhängen; vor allem müssen sich große flache Staubecken ohne besondere Schwierigkeiten herstellen lassen.

In allen Ländern mit Wasserkraftausnützung ist man bestrebt, die Wertigkeit der unstetigen Wasserkräfte (der Laufwasserkräfte) neben anderen Mitteln vor allem durch Speicherung des Nutzwassers zu erhöhen. Außer der seit langem gebräuchlichen Zurückhaltung des Wassers in Stauräumen, denen das Speicherwasser mit natürlichem Gefälle zufließt, findet die Pumpspeicherung immer weitere Anwendung.

Diskussionsvorschläge

1. Soll der Ausbau von Wasserkräften auch in Fällen angestrebt werden, in denen die Heranziehung kalorischer Kraft für die Gegenwart billiger käme?
   Wie kann für die Mehrkosten der Wasserkraft ein Ausgleich geschaffen werden?
2. Soll die Höherwertigkeit von unstetigen Wasserkräften durch hydraulische Mittel angestrebt werden auch in Fällen, in denen die Nachteile der Unstetigkeit von Laufwasserkräften auch durch andere Mittel — z. B. Angliederung von Dampfkraftwerken — abgemindert werden können?
3. Sollen sich geschlossene Versorgungsgruppen — Groß- und Mittelstädte — eigene Wasserkräfte ausbauen? Ist es vorteilhafter, wenn sich solche Großversorger zur vollkommenen Ausnutzung von Wasserkräften mit benachbarten Großversorgungsgebieten zusammenschließen?

General Report

The Water Power Industry in Individual Countries

Ministerialrat Dr.-Ing. Krieger

The following Papers were submitted on this subject:

Paper No. 391: Die Gezeiten als Kraftquelle in Argentinien (Argentinien)
Ing. M. E. Piaggio

Schemes of an eminently practical and economical nature have been drawn up for the exploitation of tidal powers at two particularly favourable sites on the Patagonian coast of Argentina. The Gulf of San José covers an area of 780 sq. km. The entrance to the gulf, which is 7 km in width is to be closed by a dam. In this way a head varying between 0.5 and 2.25 m will be made available, while the quantity of power water obtainable will amount to 90,000 m^3/sec. to 150,000 m^3/sec. 376 turbines with 8 and 10 m suction pipes are to be installed at the dam. Water will be admitted to the turbines alternatively from the land and from the sea side. A daily output of 10,000,000 kWh should be obtained. The cost per kWh at Buenos Aires, 1100 km distant, will only amount to one Pfennig. The constructional costs of the plant are estimated at about 400,000,000 Marks.

Another favourable site is the one at the mouth of the Deseado. An experimental plant is to be erected here at the expenditure of about 300,000 Marks.

Paper No. 146: Water Power Resources of Canada and Their Development (Canada)
J. T. Johnston

The industrial development of Canada during the present century has been greatly assisted by the utilisation of its water power. The most recent estimates give the total available water powers at 20,347,400 HP (during 24 hours) for normal low water, and as 33,817,200 HP for six months in the year, which corresponds to a total installed capacity of about 43,700,000 HP. The water power plants are advantageously located amongst all provinces of the Dominion, inasmuch as they are situated at the points furthest away from the Canadian coal beds.

At the time of the First World Power Conference the installed turbine capacity amounted to 3,227 000 HP, a figure which it is estimated had increased to 5,200,000 HP at the beginning of 1930. The actual capacity certainly exceeds 5,711,00 HP. Thus, during this interval of six years

the installed turbine capacity has risen by 79 %, while the population has only increased by about 7 %. This gives a capacity at the present time of 583 HP per 1000 capita. During the interval a remarkable extension and interconnection of the transmission system has occurred so that in 1928 over 95 % of the total electrical energy generated in public stations was transmitted by 18 large undertakings. The pressure carried by transmission lines in 1924 has been increased, and there are nowadays lines transmitting current at pressures of 134,168 and 224 kV. The greater part of the electrical energy is generated in public supply stations, i. e. 84.1 %; 10.1 % is generated in private plants belonging to the cellulose and paper industry and 5.8 % in other industrial plants. The cellulose and paper industry as the most important industry in the country, absorbs 25.1 % of the total output of electricity supply stations, 8.6 % being consumed by the mining industry.

Paper No. 224: Storage Reservoirs in Canada (Canada)
Dr. O. Lefebvre

About 20,000,000 HP can be generated in Canada at low water. Up to the commencement of 1930 about 5,700,000 HP had been utilised. Storage reservoirs had been built in the northern parts of Canada for a future capacity of about 1.6 milliards m³.

The utilisation of the Great Lakes system on the St. Lawrence river allows of 5,000,000 HP being exploited.

In individual cases it has been possible to extend the seasonal flow of rivers from seven to twelve months by means of reservoirs. The quantity of water which may be taken from reservoirs is governed by law. Third parties benefiting from the construction of dams are required to pay their proportionate share of the annual charges.

Paper No. 388: Ausnutzung der Aura-Wasserkraft durch Überführung nach dem Sunndalfjord (Norwegen)
E. Svanöe

It has been possible in Norway to utilise economically water powers, such as were previously considered unsuitable for exploitation owing to their distance from the seacoast, by altering the course of the entire river and diverting it from its former bed into another valley leading to the sea, where the power could be utilised to greater advantage.

The first concession for diverting a river in this way was granted on June 14th 1928, when the commune of Voss and the Bergenshalvöens district power company were permitted to regulate jointly the Torfinaa and lead it into the Bergdal watercourse. Permission has also been sought for a similar scheme on the Aura river.

A request was made in 1912 for a concession to exploit the water powers of the Aura and Lilledal rivers, two alternatives being suggested:

1. To lead the Aura river to Lilledalen and erect a joint station at the Sunndalen fjord.
2. To exploit the two rivers separately each in its own Valley with its own Station.

In 1913 a concession incorporating the latter alternative was granted to the Aura Company and work commenced on the exploitation of the water powers of the Lilledal river at Sunndalen. It was found in the meanwhile that the Aura and Mardola rivers were unlikely to be of great service to big industrial interests with their stations 25 km away from the sea and work was suspended in favor of a joint exploitation of the Lilledal and Aura rivers.

It was decided to erect a power station in the immediate vicinity of the land purchased at the Sunndals fjord for generating 250,000 HP throughout the year. Provision was also made for the erection of three automatic substations, each of 11,000 HP; the Mardola river being diverted into the Eikisdal and the water power utilised in the power station on the Eikisdal lake about 30 km southwest of Sunndalen.

The energy available for the factories at the Sunndals fjord can, therefore, be gradually brought up to 290,000 HP; on the completion of the undertaking it will be possible to supply 210,000 kW to the factory at a price of 0.4 to 0.5 Öre per kWh. The freight for raw materials and finished products will be cheap as the depth of water in the fjord allows of the largest ships berthing alongside the factories. There are adequate building sites along the shores of the fjord.

Paper No. 135: Stand der Wasserkraftausnützung in Italien am 31. Dezember 1928 (Italien)
Serv. Idrogr. Ital.

719 large water power plants each over 300 HP with a total output of 2,850,000 HP and an installed capacity of 3,014,000 kW were in service in Italy at the beginning of 1929. Including the smaller plants an output of 3,100,000 HP is given for the water power plants in service, while the total installed capacity amounts to 3,200,000 kW or 4,350,000 HP. The installed power per sq. km and per capita is 9.7 kW and 73 watts respectively. The hydro-electric plants of Italy include numerous important seasonal storage basins which are to be added to in the future by the utilisation of the great Alpine lakes. At the commencement of 1928 there were 68 artifical reservoirs with a storage capacity of over 500,000 m^3. Their total storage capacity amounts to 1.21 million m^3 (corresponding to 960,000,000 kWh). In addition there were power stations for a total approximate output of 885,000 HP under construction at the end of 1928. The total quantity of power generated at the end of this year was 9.75 milliard kWh, of which over 9.5 milliards were obtained from water power. In addition about 240,000,000 kWh were imported from Switzerland. The total consumption of energy amounted to about 10 milliards kWh, or 258 kWh per head of population and 32,000 kWh per sq. km. Of these 10 milliard kWh, 1.2 milliards are used for lighting and heating, 950,000,000 for traction, 5.35 milliards for motive power in factories and industry and 2.5 milliards for the chemical and metallurgical industries.

Paper No. 136: Conduites forcées en Italie (Italie)
Ing. E. Bernardini

Progress in the installation of pressure piping in Italy from the lead and earthenware pipe sused in Roman aqueducts to the development of iron pipes that occurred towards the end of the 17th century, is described. It was, however, only towards the end of the 19th century that considerable use was made of pressure piping in connection with the utilisation of the country's abundant water power resources for the generation of energy in view of the lack of other forms of energy, such as coal. The development which took place may be divided into three periods, i. e., the era of rivetted metal pipes, the era of welded pipes and the present time in which use is made of metal pipes strengthened with iron rings. For each of the above periods data have been collected on installations in Italy commencing with the system installed at Tivoli in 1892 and including the modern plant recently installed at Kardaun, near Bozen, which is remarkable, as being the first application of iron ring reinforcement to pressure pipes of 2.8 to 2.5 m internal diameter, the head in this case being 161 m. Mention is made in conclusion of a type of pressure gallery for carrying power water, lined with smooth or ribbed welded iron pipes.

Paper No. 395: Les industries hydro-électriques au Portugal (Portugal)
J. A. Lopes Galvão

The Industrial development of Portugal has been greatly hindered by the lack of local coal resources, in spite of the excellent openings for trade and cheap raw material from the colonies. Industry at the present time requires about 200,000 HP, about half of which is produced by water power. In spite of an annual mean rainfall in Portugal of about 880 mm and of the hilly nature of the country, the utilisation of water power is difficult since, though the rainfall is abundant, the flow-off is very rapid owing to the barren character of the mountains. Nevertheless it would be quite feasible to derive 2,000,000 HP from this source. The greatest possibilities for the utilisation of water power are offered by the rivers Douro and Zezera, a tributary of the river Tagus, where a scheme has been drawn up for the erection of a dam 93 m high. It will be possible by developing these particularly favourable water powers to reduce the importation of coal by 50%.

Paper No. 411: Die Pumpspeicherung in der Tschechoslowakischen Republik (Tschechoslowakei)
Ing. V. Pavlousek

In spite of the abundance of coal, efforts have been made of late in Czechoslovakia to supplement the irregular quantites of energy obtained from river power stations by pumped storage works in addition to steam power plants. Cheap run-off water from river power stations or cheap steam power must be available for pumping as the energy utilised for this purpose should not cost more than one-third of the price at which

the peak power is sold. Schemes have been developed for several pumped storage plants of a promising nature, while one station at the Schwarzen See in the Böhmerwald is actually under construction. This plant is capable of pumping 0.4 m^3/sec. to a height of 284 m.

Paper No. 363: Energiebeschaffung und Energiewirtschaft der Stadt Stockholm (Schweden)
R. Dahlander

The city of Stockholm is situated in the southern part of the country which, in contrast with the north, is comparatively poor in water power. It has pursued a policy of independence with regard to the large water power undertakings and, by acquiring water rights on the Daläl and Indalsälf rivers about 150 and 425 km respectively to the north of Stockholm, has succeeded in covering its power requirements for fifteen to twenty years. The city of Stockholm has also exploited fr. 1912—1919 the Untra fall on the Dalälf with a useful head of between 12.35 and 15.3 m and a volume at low water of 180 m^3/sec. and a useful volume of 352 m^3/sec. Four 10,000 HP turbines have been installed, while provision is made for the installation of another of the same capacity. 140 to 240 million kWh can be generated according to the quantity of water available. The power is transmitted to Stockholm by a 100 kV line, 133 km long. A large reservoir has been built above the Ultra station with a storage area of 8.5 sq. km. During the period of maximum consumption in winter 6.1 to 17.7 % of the total power demand of Stockholm is covered by steam power. Another hydroelectric station is to be completed on the Dalälf below the Untra falls during 1930; when complete, it should be possible to obtain 180,000,000 kWh even in dry years. The power consumption of Stockholm has increased during the last five years by 12 % per annum. The consumption per capita amounted to 328 kWh in 1928.

Paper No. 210: Waikaremoana Power Development (New Zealand)
F. T. M. Kissel

Lake Waikaremoana is situated in the North Island of New Zealand at a level of 642 m above the sea and 35 km from the coast. Three separate developments have been planned for a total ultimate capacity of 140,000 kVA. The middle development has been the first to be constructed (the head utilised amounts to 183 m and the plant capacity to 60,000 kVA); two other stations will be remotely controlled from this power house. The lower development has a head of 122 m and a maximum plant capacity of 40,000 kVA. The upper development will be the third to be constructed and will include a station on the Waikaremoana lake utilising a head of 137 m, and having an installed capacity of 40,000 kVA. The flowoff water from this latter station will be led to a small lake, the Kaitawa, from the east end of which the water falls over a ridge onto the Wahkamarino flat at a lower level of 183 m, where the first power station has been built.

A total number of eight generators, each of 20,000 kVA, coupled to 28,000 HP horizontal Francis reaction turbines has been installed.

Paper No. 310: Die Wasserkraftnutzung der österreichischen Donau mit Beziehung auf die internationale Schiffahrt (Österreich)
Ing. C. Grünhut-Bartoletti

The Danube which flows 343 km through Austrian territory constitutes an extremely plentiful and valuable source of water power, thanks to the considerable quantity of water (800 to 1000 m³/sec.) it carries at periods of low water owing to the peculiarity of the catchment area during the dry winter period. Various schemes provide for 1. the construction of weirs and power stations across the river at narrow points with a short tail race for conducting the power water, as at Grafenau, Steyregg, Persenbeug, Aggsbach, Dürrenstein (total mean output 281,000 HP); 2. the construction of weirs and navigable canals at wide places in the river with the power stations erected at the end of the canal, as at Ottensheim, Wallsee (total mean output 219,000 HP); and 3, the construction in areas liable to floods of plants with a free intake, instead of a weir, and a long headrace (mean output of power stations in such localities 200,000 HP). The total yearly output which all austrian power stations on the Danube will be capable of giving is estimated at 5450 million kWh.

The possibility of utilising the water powers of the Danube in Austria depend on the attitude adopted by the international navigation board. If navigation is not to be interfered with, except to a very slight extent as compared with present conditions, the utilisation of water power will have to be restricted to only two of the thirteen possibilities existing.

Paper No. 182: Stand des Ausbaues der österreichischen Staubeckenanlagen und ihr Einfluß auf die Rationalisierung der österreichischen Wasserkräfte (Österreich)
Ing. F. Kühnelt

A brief account is given of hydraulic storage possibilities in Austria. With a present annual available energy from water power of about 3 milliard kWh, reservoirs for an annual output of 400,000,000 kWh will be necessary in order to supplement the normal quantity of energy obtainable from water powers so that about 75 to 80 % of the annual mean output in dry years could be obtained. Including the plants still under construction, the available storage capacity in Austria amounts to 174,000,000 m³ and the annual available energy to 168,000,000 kWh. Accelerated development of large storage works is necessary. Instead of government regulations dealing with special methods of dam construction such as deter development, an advisory board of experts should be set up with a view to giving expert opinion on the planning and construction of dams, when government permission is being sought for such schemes.

Trend of Development

Efforts are being made in all countries, where water powers are available, to utilise the same to a greater extent for the production of energy, particularly in countries which have to import coal for this purpose. The production of energy may be rendered less costly by utilising the greatest possible quantity of water power in a single plant and by employing the most efficient machinery. The high pressures of power transmission lines nowadays allow of power being transmitted independently of the point of consumption, as well as of full utilisation of all existing possibilities. A solution would appear to have been found in the Argentine for particularly interesting power problem, the utilisation of tidal power. In addition to the correct choice and design of machinery for tidal power stations, the possibility of installing such plant depends on favourable local conditions, both from the technical and economic aspect; in the first place, extensive flat storage basins must be available without involving any special difficulties in construction.

Efforts are being made in all countries where water powers are utilised to increase the utility of variable water powers by reservoirs and other means. In addition to the natural storage of water in reservoirs, the pumped storage system is being employed to an increasing extent.

Points for Discussion

1. Is the exploitation of water powers advisable in cases in which calorific energy can be obtained more cheaply for the moment? How can the extra charges involved be balanced?
2. Should efforts be made to increase the utility of variable water powers in cases where the inherent disadvantages can be compensated by other means, such as steam power plants?
3. Should clearly defined consumption areas such as large and medium-sized cities, exploit their own water power? Is it more advantageous under the circumstances to combine with large adjacent supply areas for utilising to the fullest the available water powers?

Rapport général

Économie de l'énergie hydraulique dans différents pays

Ministerialrat Dr.-Ing. Krieger

Rapport No. 391: Die Gezeiten als Kraftquelle in Argentinien (Argentinien)
Ing. M. E. Piaggio

On a rédigé des projets pour deux endroits de la côte de Patagonie, en Argentine, que l'on considère comme particulièrement favorables. Ces projets montrent que l'utilisation de la force motrice des marées est pratiquement réalisable et économique. Le Golfe de San José a une superficie de 780 km². L'entrée, large de 7 km, sera barrée par une digue. De cette façon on disposera d'une chute variant de 0,50 m à 2,25 m, disposant d'un débit de 90 000 m³/sec. à 150 000 m³/sec. Dans le barrage on disposera 376 turbines avec tuyaux aspirants de 8 m et 10 m d'ouverture. Les turbines seront alimentées alternativement du côté de la côte et du côté du large. On compte sur une puissance journalière de 10 000 000 kWh. A Buenos Aires, qui est éloignée de 1100 km, le kWh reviendra seulement à 1 Pfg. Les frais de construction de l'installation sont estimés à environ 400 000 000 Mk.

Un autre endroit favorable pour l'utilisation de la marée se trouve à l'embouchure du Deseado. On y exécutera une installation expérimentale revenant à environ 300 000 Mk.

Rapport No. 146: Water Power Resources of Canada and their Development (Canada)
J. T. Johnston

Le développement industriel du Canada dans le siècle présent est favorisé par ses ressources hydrauliques. Les dernières estimations fixent à 20 347 400 CV (pendant 24 heures) les forces hydrauliques disponibles pendant l'époque ordinaire des basses eaux, et à 33 817 200 CV pendant six mois par an, ce qui donnerait lieu à une puissance installée d'environ 43 700 000 CV. Les usines hydrauliques sont favorablement distribuées dans toutes les provinces canadiennes, en ce sens qu'elles se trouvent précisément là où les gîsements houillers canadiens sont les plus éloignés.

A l'époque de la Première Conférence Mondiale de l'Énergie la puissance des turbines en activité était de 3 227 000 CV et on estimait qu'elle s'élèverait à 5 200 000 CV avant le début de 1930. La puissance réellement atteinte dépasse ce chiffre: elle est de 5 711 000 CV. Pendant

cette période de 6 ans, le nombre des turbines installées s'est accru de 79 %, cependant que la population n'a augmenté que de 7 %. Pour 1000 habitants, il y a actuellement 583 CV. Pendant ces six années les réseaux se sont aussi remarquablement développés et combinés, de façon qu'en 1928 il n'y a plus que 18 grandes lignes comportant 95 % de l'énergie totale produite dans des centrales. La tension maximum réalisée en 1924 dans les lignes aériennes a été augmentée; il y a actuellement des distributions à 134 000, 164 000 et 224 000 V. La plus grande partie de l'énergie électrique est produite dans des centrales de distribution d'énergie, soit 84,1 %, environ 10,1 % dans de fabriques à cellulose et à papier, et 5,8 % dans d'autres installations industrielles. En plus, les industries du bois et du papier, les plus importantes du pays, empruntent encore 25,1 % et les mines 8,6 % de l'énergie produite dans les centrales de distribution électrique.

Rapport No. 224: Storage Reservoirs in Canada (Canada)
Dr. O. Lefebvre

Au Canada, il est possible de produire 20 000 000 CV à eaux basses. Au début de 1930, il y avait environ 5 700 000 CV installés. Au Nord du Canada, on a exécuté des réservoirs qui contiendront environ 1,5 milliards de m³ dans les années qui suivront.

Au St. Laurent, on a réuni une série de lacs dans le but d'en faire des réservoirs, ce qui permet une utilisation de 5 000 000 CV.

Dans des cas particuliers, il a été possible, au moyen de barrages, d'étendre sur toute l'année le débit de fleuves qui ne coulaient autrefois que pendant 7 mois par an. Le débit des réservoirs est réglé par la loi. Les exploitants contribuent aux frais annuels dans une proportion déterminée.

Rapport No. 388: Ausnutzung der Aura-Wasserkraft durch Überführung nach dem Sunndalfjord (Norwegen)
E. Svanöe

En Norvège il a été possible d'exploiter économiquement des forces hydrauliques, que l'on ne pouvait songer à utiliser d'une manière satisfaisante, jusqu'ici, à cause de leur éloignement de la mer. A cet effet on a complètement dérivé un fleuve dans un nouveau lit aboutissant à la mer, où la force motrice peut être plus facilement captée. La première concession en Norvège pour l'adduction d'un fleuve dans un autre cours d'eau a été accordée le 14 juin 1928. Le Storthing permit à la municipalité de Voos et à la Compagnie d'Électricité Communale de Bergenshalvöen de régler la Torfinaa, en collaboration, et de la dériver vers le fleuve Bergdal.

En ce moment on est en pourparlers pour une concession analogue pour l'Aura.

En 1912 Aura introduisit une demande de concession pour la captation de l'Aura et de la Lillendal, reposant sur deux alternatives:

1. Dérivation de l'Aura vers la Lillendal avec station commune au Fjord, à Sunndalen.

2. Captation individuelle de l'Aura et de la Lillendal, chacune dans son lit, et avec une station pour chacune.

En 1913 l'Aura obtint la concession, conformément à la deuxième alternative, et on commença immédiatement les travaux pour l'utilisation de la Lillendal à Sunndalen. Entretemps, on constata que le grande industrie ne s'intéressait que peu à l'Aura et à la Mardö, dont les stations étaient à 25 km de la mer, et quand on eut commencé les travaux, on se remit à l'ouvrage pour une exploitation commune de la Lillendal et de l'Aura.

On décida ensuite d'établir, dans le voisinage immédiat des territoires nouvellement acquis, près du Sunndalsfjord, une usine produisant 250 000 CV brut au long de l'année. On a prévu l'installation de 3 sousstations automatiques, chacune à 11 000 CV. Le débit de la Mardö est dérivé vers la Eiskisdal, et l'énergie est captée dans une usine près du lac Eiskisdal, environ à 30 km au sud-ouest de Sunndalen.

On pourra ainsi amener progressivement à 290 000 CV l'énergie disponible pour les fabriques sises au Sunndalsfjord. Lorsque l'entreprise sera complètement exécutée, on pourra fournir à la fabrique 210 000 kW au prix de 0,4 à 0,5 Oere par kWh. Les frais de transport pour la matière première et pour les produits manufacturés seront modérés, car le tirant d'eau des Fjords permet aux plus grands navires de s'approcher très près des fabriques. La côte, le long du Fjord, présente, d'autre part, suffisamment de place pour les constructions.

Rapport No. 135: Stand der Wasserkraftausnutzung in Italien am 31. Dezember 1928 (Italien)
Serv. Idrogr. Ital.

Au début de 1929, il y avait en Italie 719 grandes installations hydrauliques (ayant plus de 300 CV) avec une puissance de 2,85 millions de CV et une puissance installée de plus de 3,014, millions de kW. En y comprenant les petites usines, on avait déclaré 3,1 millions de CV en exploitation, au début de 1929, et pour les machines électriques installées 3,2 millions de kW ou 4,35 millions de CV. Il y a en Italie en moyenne environ 9,7 kW par km² et 73 watt par habitant. Les installations hydroélectriques en Italie comprennent des nombreux bassins-réservoirs importants, parmi lesquels il convient de compter à l'avenir les lacs alpins. Au début de 1929, il y avait 68 lacs artificiels chacun avec une capacité de plus de 500 000 m³. Leur capacité totale s'élevait à 1,25 millards de m³ (correspondant à 960 millions de kWh). A la fin de 1928 il y avait, en outre, des usines de production d'énergie en construction pour un total d'environ 885 000 CV. La production totale d'énergie était de 9,75 millards de kWh à la fin de 1928, dont plus de 9,5 millards étaient produits par la force hydraulique. On importait environ 240 millions de kWh de la Suisse.

La consommation totale d'énergie électrique s'élevait donc à environ 10 milliards de kWh; soit 258 kWh par habitant et 32 000 kWh par km². De ces 10 millards de kWh, 1,2 millards ont été consommés par

l'éclairage et le chauffage, 950 millions par les chemins de fer, 5,35 millards comme force motrice par les usines et métiers, et 2,5 millards par les usines chimiques et métallurgiques.

Rapport No. 136: Conduites Forcées en Italie (Italie)
Ing. E. Bernardini

L'auteur décrit les progrès réalisés dans la construction des conduites forcées en Italie, depuis les tuyaux de distribution en plomb et terre cuite pour l'eau amenée par les aqueducs dans la Rome antique, en passant par les tuyaux de fonte, qui commencèrent à être employés vers la fin du 17e siècle. Cependant, ce ne fut qu'avec l'utilisation toujours croissante de l'énergie électrique vers la fin du XIXe Siècle, que l'on fit largement usage de conduites forcées, d'autant plus que l'Italie, pauvre en combustibles tels que la houille, produisait l'énergie électrique au moyen de ses abondantes réserves naturelles d'énergie hydraulique. On distingue trois périodes: celle de la conduite métallique rivée, celle des tuyaux soudés, et actuellement, celle des tuyaux frettés. Pour chacune de ces périodes, l'auteur donne des renseignements concernant les installations exécutées en Italie, depuis celle près de Tivoli, construite en 1892, jusqu'à l'usine moderne de Cardan près de Bozen, qui est très remarquable à cause de sa puissance de 250 000 kW et parce que c'est là qu'on a fait pour la première fois usage de conduites forcées à tuyaux frettés de 2,8 à 2,5 m de diamètre, avec une chute de 161 m. Enfin il mentionne les tunnels servant à des fins hydrauliques, revêtus intérieurement de tuyaux en fer soudés lisses ou renforcés.

Rapport No. 395: Les industries hydro-électriques au Portugal (Portugal)
J. A. Lopes Galvão

Le développement industriel au Portugal a été contrarié jusqu'ici par le défaut de charbon indigène, malgré des possibilités satisfaisantes de vente et les ressources avantageuses de matières premières des colonies. L'industrie actuelle emploie à peu près 200 000 CV, dont la moitié est produite par force hydraulique. Quoique la hauteur moyenne des pluies soit d'environ 880 mm annuellement et que le sol soit accidenté, la captation de l'énergie hydraulique est rendue difficile du fait que l'eau tombant en abondance s'écoule rapidement sur les flancs déboisés des montagnes. Malgré cela on pourrait capter 2 000 000 CV. C'est au Douro et au Zézéro affluant du Tage que l'on peut espérer le plus faire des travaux de captation. Pour ce dernier fleuve, on a projeté un barrage de 93 m de hauteur.

Si ces forces hydrauliques particulièrement favorables sont utilisées, on pourra diminuer de moitié l'importation d'énergie.

Rapport No. 411: Pumpspeicherung in der Tschechoslowakischen Republik (Tschechoslowakei)
Ing. V. Pavlousek

Malgré l'abondance du charbon, on s'est décidé, en Tchécoslovaquie, à compléter les ressources irrégulières d'énergie des centrales hydrau-

liques, outre les centrales à vapeur, par des réservoirs à pompage. Pour le pompage, il faut disposer du courant à bon marché des centrales hydrauliques ou de la force motrice économique produite par la vapeur, et l'énergie absorbée par le pompage ne peut coûter plus du tiers du prix de vente de la force motrice de pointe récupérée.

On a projeté plusieurs usines avec réservoirs à pompage; une usine est déjà en construction au Lac Noir. La pompe peut refouler 0,4 m³/sec. à une hauteur de 284 m.

Rapport No. 363: Energiebeschaffung und Energiewirtschaft der Stadt Stockholm (Schweden)
R. Dahlander

La ville de Stockholm, située dans le sud de la Suède, plus pauvre en ressources hydrauliques que le Nord, est restée indépendante des grandes entreprises hydro-électriques du pays. Elle s'est procuré son énergie nécessaire pendant 15 à 20 ans en construisant elle-même des usines hydro-électriques sur les fleuves Dalälf à environ 150 km et Indalsälf à 424 km au nord de la ville. Au Dalälf elle a capté la chute appelée Untra, pour une usine, ayant une chute utile de 12,35 m à 15,3 m, un débit inférieur de 180 m³/sec. et un débit utile moyen de 552 m³/sec. 4 turbines, chacune de 10 000 CV y fonctionnent, une cinquième de même grandeur peut encore y être disposée. D'après le débit, on peut y produire de 140 à 240 kWh. Le courant est transmis à Stockholm par une ligne de 133 km à 100 000 V. En amont de cette usine d'Untra on a aménagé un réservoir de 8,5 km². Pendant la période de consommation maximum, en hiver, Stockholm doit produire à la vapeur de 6,1 à 17,7 % de son énergie électrique. En 1930, on achèvera une nouvelle usine sur la Dalålf, en aval de la chute de Untra. Elle pourra produire pendant les années de sécheresse 180 000 000 kWh. La consommation d'énergie a augmenté de 12 % par an dans ces cinq dernières années. En 1928 la consommation était de 328 kWh par tête.

Rapport No. 210: Waikaremoana Power Development (New Zealand)
F. T. M. Kissel

Le lac de Waikaremoana est situé à une altitude de 642 m, à 35 km de la côte, sur l'île nord de la Nouvelle-Zélande. En aval du lac, les Pouvoirs Publics zélandais ont capté trois étages de chute avec une puissance totale maximum de 140 000 kVA. On construisit d'abord l'usine moyenne, avec une chute de 183 m et une puissance maximum de 60 000 kVA. A partir de celles-ci, les deux autres sont opérées par commande à distance. La seconde usine utilise le dernier étage avec une chute de 122 m et une puissance maximum de 40 000 kW. La troisième usine, construite en dernier lieu, fait usage du premier étage qui débouche du lac Waikaremoana avec une chute de 137 m et une puissance maximum de 40 000 kW. L'eau d'échappement de cette usine débouche dans le petit lac Kaiwata. De la rive du nord de

ce lac l'eau tombe à pic vers la plaine de Whahamarino, située 183 m plus bas, où est la première station.

En tout il y a 8 génératrices, chacune de 20 000 kW, couplées avec une turbine Francis à axe horizontal de 28 000 CV.

Rapport No. 310: Die Wasserkraftnutzung der österreichischen Donau mit Beziehung auf die internationale Schiffahrt (Österreich)
Ing. C. Grünhut-Bartoletti

La partie autrichienne du Danube, longue de 343 km, est une source d'énergie hydraulique très abondante et précieuse pour le pays, à cause de son grand débit minimum, qui est de 800 à 1000 m³/sec. et qui reste sensiblement le même pendant les périodes sèches d'hiver et d'été, ceci du fait des particularités de son bassin d'alimentation. Dans les rétrécissements des vallées, on doit envisager des barrages avec bâtiments annexés pour l'usine, raccordés par de courts aqueducs inférieurs (Grafenau, Steyregg, Persenbeug, Aggsbach, Dürrenstein, avec une puissance moyenne totale de 281 000 CV). Dans les parties plus larges des vallées on peut dériver des canaux latéraux de navigation, sur lesquels les installations de captation sont déplacées (Ottensheim, Wallsee, avec une puissance moyenne totale de 219 000 CV).

A des endroits à large bassin d'inondation, on peut capter les forces hydrauliques sans barrages au moyen de canaux latéraux qui s'amorcent dans des installations d'alimentation naturelle. (Puissance moyenne des usines électriques en ces endroits: 200 000 CV.)

On évalue à 5450 millions de kWh l'énergie totale que l'on pourra capter par l'utilisation des ressources du Danube.

Cette utilisation dépend de la mesure dans laquelle on tient compte de la navigation sur le Danube. Dans le cas où on ne pourrait imposer même de légères diminutions au trafic international, on devrait se contenter d'utiliser seulement 2 étages de force motrice sur les 13 qu'il est possible d'utiliser.

Rapport No. 182: Stand des Ausbaues der österreichischen Staubeckenanlagen und ihr Einfluß auf die Rationalisierung der österreichischen Wasserkräfte (Österreich)
Ing. F. Kühnelt

Les possibilités d'emmagasiner des réserves hydrauliques, existantes, projetées et reconnues comme exécutables en Autriche sont de nature différente. Pour compléter la production courante normale d'électricité de façon que l'on atteigne environ 75 % à 80 % de la puissance annuelle moyenne pendant les années de sécheresse, il faudrait des capacités d'emmagasinage pour une énergie annuelle fournie de 400 000 000 kWh, en rapport avec le travail annuel qui est actuellement, en Autriche, de 3 millards de kWh hydro-électriques. La production d'énergie en Autriche dispose d'une capacité de réservoirs de 174 millions de m³, en y comprenant les installations encore en construction, ce qui correspond à une puissance annuelle de 168 millions de kWh. Il est désirable

que l'on procède activement à la construction de réservoirs. Au lieu de prescriptions administratives qui constituent des entraves pour la construction des barrages, il faudrait que lorsqu'on fait le projet ou qu'on exécute un barrage, un spécialiste soit délégué comme expert pour sanctionner les décisions dans les procédures de concession.

Développement

Dans tous les pays qui entrent en considération pour l'utilisation de l'énergie hydraulique on s'efforce de baser de plus en plus sur celle-ci la production d'énergie, surtout dans les pays qui sont obligés d'importer des charbons pour produire leur force motrice. La production d'énergie se fait plus économiquement par la captation de grandes masses d'énergie en une seule usine et par l'emploi des groupes de machines au plus haut rendement possible. Les hautes tensions des lignes conductrices favorisent la captation et l'exploitation de bonnes ressources d'énergie, indépendamment du lieu de consommation. On semble être prêt d'aboutir en Argentine à la solution d'un problème plein d'avenir, notamment l'utilisation de la force motrice des marées. En outre du choix convenable et de la disposition des installations mécaniques des usines à marée, la réalisation de pareilles installations dépendra toujours, au point de vue économique et technique, des circonstances locales, favorables ou non; avant tout il faudra pouvoir aménager les grands bassins-réservoirs étendus sans grande difficulté.

Dans tous les pays qui utilisent l'énergie hydraulique on s'efforce d'augmenter l'efficacité des forces hydrauliques variables (des cours d'eau), entre autres, par l'emmagasinage de l'eau dans des réservoirs. Outre les réservoirs dans lesquels l'eau s'accumule naturellement, les réservoirs à pompage trouvent des applications de jour en jour plus nombreuses.

Propositions de discussion

1. Convient-il d'utiliser des forces hydrauliques, même dans des cas où la production d'énergie calorifique est plus économique pour le moment ?

Comment trouver une compensation pour les frais plus élevés exigés par l'utilisation des forces hydrauliques ?

2. Convient-il de rendre les ressources hydrauliques variables plus efficaces par des moyens hydrauliques, même dans des cas où les inconvénients de leur variabilité peuvent être diminués par d'autres moyens — p. ex.. la connexion de centrales à vapeur ?

3. Est-ce que des groupes définis de fournisseurs de courant (grandes villes ou villes moyennes) ont avantage à exploiter pour leur compte des forces hydrauliques ? Est-il préférable que ces fournisseurs importants entreprennent l'utilisation des forces hydrauliques en commun avec des territoires importants voisins ?

Diskussionsbericht

Wasserkraftwirtschaft in einzelnen Ländern

Ministerialrat Dr.-Ing. Krieger

An der Diskussion nahmen die folgenden 7 Herren teil:

Burden, F. P., Civ.-Ing., Minister of Lands, Prov. Brit. Columbia, Victoria B. C., Parliament Buildings.

Dickmann, E., Civ.-Ing., Délégué Officiel de l'Université de Buenos Aires, Buenos Aires, Calle Chile 675.

Hindelang, W., Baudirektor, München, Blumenstraße 28.

Krieger, F., Dr.-Ing., Ministerialrat, Mittl. Isar A.G. & Bayernwerk, München, Mauerkircherstr. 31.

Pavel, D., Dr.-Ing., Bukarest VI, Str. Giulini 8.

Posnansky, A., Prof., Ing., La Paz/Bolivien.

Wallem, H., Dr.-Ing., Dir., Siemens-Schuckertwerke, Berlin-Dahlem, Miquelstraße 59.

I. Zu Diskussionsvorschlag 1 am Schluß des Generalberichtes Section 16 sprach

Wallem-Deutschland. Nach ihm kann die Frage, ob der Ausbau von Wasserkräften auch in Fällen angestrebt werden soll, in denen die Heranziehung kalorischer Kraft für die Gegenwart billiger käme, nicht generell bejaht oder verneint werden, sondern muß von Fall zu Fall genau untersucht werden, und zwar unter Heranziehung aller Momente, die für und gegen den Ausbau von solchen Wasserkräften sprechen. Beispielsweise hat die Regierung eines kleinen kohlenarmen, aber wasserreichen Landes ein lebhaftes Interesse daran, diese Wasserkräfte allmählich auszunutzen, selbst wenn ein Teil der Stromverbraucher bereits von einem Dampfkraftwerk aus versorgt ist und es nicht möglich sein sollte, die Erzeugung der für diese Verbraucher erforderlichen Energiemengen mit Hilfe der Wasserkraft billiger herzustellen als das bestehende Dampfwerk. Die Gründe hierfür liegen

1. in der Beschäftigungsmöglichkeit einer größeren Anzahl von Arbeitern auf längere Zeit während des Baues der Wasserkraftanlage, also Verringerung der Arbeitslosigkeit. Der Hauptteil der Kosten einer Wasserkraftanlage liegt meistens im wasserbaulichen Teil, dessen Kosten sich überwiegend aus Löhnen und aus Baustoffen, die oft auch im Lande selbst gewonnen werden können, zusammensetzen;

2. in der Ersparnis derjenigen sonst ins Ausland wandernden Beträge, die das Dampfkraftwerk zur Beschaffung von Kohle jährlich verbrauchen würde, also Stärkung der Finanzverhältnisse des Landes;

3. in dem Vorteil, daß mit Hilfe der billigen aus der Wasserkraft gewonnenen elektrischen Energie der Kraftbedarf nicht nur der großen Städte des Landes, sondern jeden einzelnen Einwohners in Stadt und Land gedeckt werden kann, so daß hierdurch die Hebung der Heimindustrie und das Aufblühen kleiner handwerklicher Betriebe ermöglicht wird;

4. darin, daß gut ausgeführte Wasserkraftanlagen eine sehr lange Lebensdauer haben, so daß die Gestehungskosten der kWh nach beendeter Amortisation der Anlagen so gering werden, daß keine andere Erzeugungsart mit ihr konkurrieren kann;

5. darin, daß durch Ausbau der Wasserkräfte meist die Möglichkeit gegeben ist, die Schiffahrt zu fördern und den Wasserabfluß zu regulieren, also Hochwasserschäden vorzubeugen, sowie Wasser für Trink- und Bewässerungszwecke zur Verfügung zu stellen.

Aus diesen Erwägungen heraus hat beispielsweise der irische Freistaat den Siemens-Schuckertwerken vor 5 Jahren den Auftrag zur Ausnutzung der Wasserkräfte des Shannonflusses gegeben, und es ist in der Zwischenzeit ein Werk errichtet worden, das zur Versorgung des ganzen Freistaates mit elektrischer Energie ausreicht (erster Ausbau 60 000 kW, Gesamtausbau 120 000 kW).

Pavel-Rumänien hält den Ausbau von nicht konkurrenzfähigen Wasserkräften für aussichtslos, da für ein Privatunternehmen lediglich die Rentabilität und nicht der Energiehaushalt von Interesse ist. Wenn Wasserkraftausbau nur 10 bis 15 % teuerer kommt als die nächstbillige Energieform, könnte der Ausbau von Wasserkräften staatlicherseits besonders begünstigt werden.

II. Zu Diskussionsvorschlag 2 erwähnt *Pavel*-Rumänien, daß Laufwasserkräfte auch bei Anschluß an Dampfkraftwerke mindestens eine Stunden- oder besser noch Tagesspeicherungsmöglichkeit besitzen müssen.

III. Zu Diskussionsvorschlag 3 führt *Hindelang*-Deutschland aus:

Die Ausnutzung der Großwasserkräfte in einem Ausmaß, das über den Bedarf geschlossener Versorgungsgruppen in Gestalt von Überlandzentralen, Groß- und Mittelstädten im einzelnen hinausgeht, war die grundlegende Ursache für die Errichtung von Großverteilungsnetzen in Gestalt der sogenannten Ländersammelschienen, die geeignet sind, diese Großkräfte auf eine Anzahl solcher Versorgungsgruppen zu verteilen. Derartige Ländersammelschienen mit einer Spannung von 100 kV und einer Jahreserzeugung in der Größenordnung von 500

bis 1000 Millionen kWh stehen dann gegenüber den einzelnen Versorgungsgruppen mit Verteilungsspannungen

von 30—60 kV mit Jahresabsatz in der Größenordnung von 100—300 Mill. kWh,

von 6—10 000 Volt (Städte) mit Jahresabsatz in der Größenordnung von 50 bis 150 Mill. kWh.

Die Frage, ob sich die Ausnutzung einer Wasserkraft am wirtschaftlichsten unmittelbar in einem dieser örtlichen Versorgungsgebiete oder durch den unmittelbaren Anschluß an die Ländersammelschiene erzielen läßt, ist von der Prüfung des Einzelfalles abhängig, wobei maßgebend ist die Lage der Wasserkraft, deren Ausbaugröße, die Aufnahmefähigkeit des örtlichen Verteilungsnetzes. Als allgemein festliegend kann angenommen werden, daß eine Wasserkraft, deren Gesamtjahresleistung noch kleiner ist als der Bedarf des örtlichen Versorgungsgebietes, mit den geringsten Verteilungskosten in diesem Gebiet selbst ausgenützt werden kann. Bei Wasserkräften, deren Jahresausbeute größer ist als die Aufnahmefähigkeit des örtlichen Versorgungsgebietes, kommt in Betracht, daß die Übergabe der im Kraftwerk erzeugten Arbeitsmenge an die Landessammelschiene die Errichtung eines Umspannwerkes für die Betriebsspannung dieser Sammelschiene erfordert, daß anderseits wieder die Abgabe der Energie aus der Landessammelschiene an das örtliche Verteilungsgebiet wiederum Umspannwerke von insgesamt der gleichen Leistung notwendig macht. Die Kostenaufstellung für diese erhöhten Transportleistungen in Verbindung mit mit der Feststellung der Strompreise, die im einen oder anderen Falle für die Gesamtleistung der Wasserkraft — Tages- und Nachtleistung im Winter und Sommer — in Betracht kommen, lassen schließlich die Grenzen erkennen, bis zu welchen Leistungen im Einzelfalle die Wirtschaftlichkeit der unmittelbaren Verteilung einer Wasserkraft im örtlichen Verteilungsgebiet dem Anschluß an das Höchstvoltverteilungsnetz überlegen sein kann.

Auf Grund vieler vorliegender Beispiele führen eingehend Wirtschaftlichkeitsrechnungen in dieser Richtung zu dem Ergebnis, daß sich nur Wasserkräfte, deren Leistungsfähigkeit die Absatz- und Transportmöglichkeiten des örtlichen Versorgungsgebietes erheblich übersteigen, für den Anschluß an ein Höchstvoltverteilungsnetz eignen; in den Grenzfällen geben die *Transportkosten* und außerdem die *Aufnahmefähigkeit* des Höchstverteilungsnetzes für die sogenannten Sonntags- und Nachtleistungen einer Wasserkraftanlage den Ausschlag für die günstigste Eingliederung der Kraftquelle in die Verteilungsnetze.

Pavel-Rumänien meint, daß man keine allgemeine Regel vorschreiben kann, weil sich solche Fragen lediglich durch die Untersuchung der Rentabilität verschiedener Lösungen unterscheiden.

IV. Außerhalb der Diskussionsvorschläge sind folgende Ausführungen zu erwähnen:

Posnansky-Bolivien erinnert an sein seit 16 Jahren studiertes Projekt, die Ausnutzung der größten Energiequelle des südamerikanischen Kontinents, die Nutzbarmachung des Stromes Desaquadero aus einer Höhe von 3700 m über dem Meere gegen die Küste des großen Ozeans hin in 4 bis 5 Stufen mit zusammen etwa 2 Millionen kW Leistung. Im Unterlauf können die Wassermengen zur Bewässerung weiter bisher wasserloser Küstenstriche Verwendung finden.

Dickmann-Argentinien empfiehlt das Studium der Gezeitenkräfte (Erforschung der Ebbe- und Flutkräfte), die nach ihm für die Zukunft größte Bedeutung haben.

Pavel-Rumänien berichtet über die Erhebungen der in Rumänien verfügbaren Wasserkräfte. Bei Mittelwasser verfügt Rumänien über rund 6,1 Millionen kW, wovon 5,3 Millionen kW wirtschaftlich ausnutzbar sind. Die Wasserkräfte der Grenzflüsse mit rund 3 Millionen kW sind dabei nicht eingerechnet. Bis jetzt sind noch nicht ganz 100 000 PS Wasserkräfte in Rumänien ausgebaut.

Burden-Kanada weist auf die günstigen Ausbaumöglichkeiten von Wasserkräften in Verbindung mit Talsperren in der westlichen Provinz Kanadas, in Britisch Columbien hin. Mit einem kurzen Tunnel wird bei der Ausnutzung des Bridge River das Gebirge, das sich parallel der Meeresküste hinzieht, durchstoßen und mit 1200 Fuß Gefälle ein Gewinn von rund 600 000 PS erzielt.

Am Chilco Lake kann ein in 3800 Fuß über dem Meere liegender See zu einem Staubecken ausgebildet werden. Auch hier wird das Gebirge mit einem Tunnel durchquert. Bei 2500 Fuß Gefälle können nahezu 1 Million PS ausgewertet werden.

Gesamtergebnis der Diskussion

Der Generalberichterstatter wies darauf hin, daß, wie bei verschiedenen Gelegenheiten auf der Weltkraftkonferenz die Notwendigkeit betont wurde, die Kohlenvorräte der Erde geschont werden müssen und die Energieerzeugung sich intensiver als bisher der Naturkräfte bedienen müsse, die sich von selbst wieder erneuern — in Section 13 hat Professor D. Thoma in überzeugender Weise nachgewiesen, daß wir mit unseren Kohlenvorräten Raubbau treiben —, auch hier die Forderung aufgestellt werden müsse, daß bei Aufschließung neuer Energiequellen dem Ausbau von Wasserkräften der Vorrang vor Ausbeutung nichtersetzlicher Energiequellen gegeben werden müsse.

Result of Discussion

Just as on previous occasions at the World Power Conference the conservation of the coal supplies of the world had been emphasised, so did *Krieger* in his summary stress this point also and remark that

the power producers will in future have to look more to the natural forces that never give out than the have done in the past. In Section 13 *Prof. D. Thoma* proved convincingly that we are indiscriminately exploiting our coal supplies. The demand was made that, in opening up new sources of energy, preference should be given to the utilisation of water power as against the exploitation of irreplaceable sources of energy.

Résultat de la discussion

Le Rapporteur général a dans ses conclusions, indiqué que de même qu'à diverses occasions à la Conférence Mondiale de l'Énergie on avait attiré l'attention sur la nécessité de ménager les richesses charbonnières dans le monde et d'utiliser plus que jusqu'à présent les forces naturelles pour la production d'énergie, attendu que ces dernières se renouvellent automatiquement — à la séance de la section 13, M. le Professeur D. Thoma a prouvé de manière persuasive que l'exploitation actuelle de nos richesses charbonnières est une vraie exploitation forcée — on doit réclamer ici aussi qu'en matière d'exploitation de nouvelles sources d'énergie on donne la préférence à l'exploitation des forces hydrauliques avant celle des sources d'énergie non remplaçables.

Section 24

WASSERRECHTLICHE FRAGEN

PROBLEMS RELATING TO WATER RIGHTS

QUESTIONS JURIDIQUES RELATIVES À L'UTILISATION DES EAUX

Vorsitzender — Chairman — Président

Prof. Dr.-Ing. R. Haas (Deutschland)

Stellvertr. Vorsitzender — Vice Chairman — Vice-Président

Jr. P. A. Roelofsen (Niederl. Indien)

Beisitzer — Assistant — Assesseur

Ministerialdirektor W. Jaques (Deutschland)

Generalberichterstatter — General Reporters — Rapporteurs Généraux

Präsident P. Schlegelberger und Oberregierungsrat F. Wilke (Deutschland)

Dutch East Indies

Water Power Regulations in the Dutch East Indies

Niederländisch-Indisches Nationalkomitée

V. F. van Katwijk

Introduction

In a colony with a small tax-paying capacity of the native population technical and economical penetration by Government care can not be extended as far as is possible in a country with a technical and economical status, developed during centuries.

Due to this fact the exploration and registration of water power sites in the Dutch East Indies—especially in the outer provinces has not yet taken place sufficiently to enable the central organ, the Servive for Water Power and Electricity, to dispose of the necessary data.

Moreover this Service can not investigate most of the applications for water power licenses locally, according to the extensiveness of the archipelago. Thus the responsible local and regional authorities and councils have to investigate the petitions and give their advice in accordance with the interests for which they care.

Special attention must be paid to the old adat-rights of the natives on water-use for irrigation of the rice-fields, and for domestic purposes.

Another circumstance that influenced the development of the water power regulations arose the manifold use of primitive water-wheels by natives for driving rice-hulling- and tapioca-mills.

The development of water power use on a larger scale for industrial purposes and for public power supply dates from the last ten years.

Consequently this paper does not pretend to give new principles on water power legislation worth following by nations with already codified water rights but it outlines the development of the not yet codified water power regulations under the economic, sociologic and geographic circumstances peculiar to the Dutch East Indian archipelago.

The absence of a complete water power legislation has facilitated the adaptation of the regulations to the continuously altering circumstances and ideas during the present economical and intellectual development of the native population.

Moreover the tendency nowadays to decentralize several topics of Government care makes it still undesirable to enact a water power law at present.

Meanwhile by Government order an elaborate study was made of this matter. The results of this study have been laid down in a book

on water power regulations in the Dutch East Indies, which has been a great help to compile this paper.

1. Water Power Regulations in Chronological Order

The first water right regulations in the Dutch East Indies date from 1836 and apply to private lands[1].

The civil law of 1847 taken from the Napoleonic "Code Civil" defines some water rights in a more general sense but deals only slightly with Indian circumstances.

All Water Courses Belong to the Public Domain

In this code is defined that rivers, navigable by vessels and by rafts belong to the public domain, whilst in practice is assumed that *all* the rivers and water-courses are public domain as long as others can not prove rights on them. On this principle the right of the Government to issue licences for the use of water is based.

Some penalty-clauses against injuring Government water-works have been enacted in 1854.

First Water Power Regulation

The use of water for *power-purpose* is mentioned for the first time in 1859 in a regulation providing that in a certain region no weirs or intakes are to be constructed without a Government license. Those licenses should serve for water use on irrigation purpose or for *driving waterwheels* and for other purposes on behalf of plantations, provided that no loss should occur to the rice-fields. The water-use for power purpose was thus subordinated to irrigation purposes of the rice-fields of the native population. Also regulations were given with regard to the contents of the licenses.

These regulations, although only dealing with landowners in a limited district, are the fore-runners of the later general rules.

In the "Agrarian Decree" of 1870 of more general tendency was stated that for constructing waterworks and for using rivers or already existing water-conduits on long-lease plantations on Java, special licenses, issued by the Governor-general, were necessary.

The above-mentioned regulation of 1859 was followed in 1881 by a similar one for a river-basin in the same district of Java. The contents of the licenses were extended with the stipulation that the licenses would be issued *till further notice.*

In the same year the obligation for long-lease holders was extended for waterworks outside their estates. Also was ordered to file the requests for water-permits by the Chief of the Regional Administration, who had to forward the documents through the intermediary of the Heads of the Departments of Public Works and of Interior Administration to the Governor-general.

In 1884 directions were given for presenting a sketch-map in duplicate, made by experts, with the requests for water-permits.

[1] This institution is discussed in part 6.

The above-mentioned Agrarian decree of 1870 was declared in 1888 also applicable for long-lease estates in the outer-provinces.

Experience taught the desirability to delegate the competency to issue permits from the Governor-general to the Head of the Department of Public Works.

The above-mentioned regulations were, with some further extensions, enacted in a decree in 1895.

Persons Entitled To Get Permits

Among others, landowners, holders of the right of building on crown-land and private industrials were also indicated to be entitled to get water power permits. It is not stipulated what further requirements the said categories of persons had to satisfy. It is received as a rule to ask the same requirements as is defined for long-lease holders. To this right are entitled:

Dutchmen,

Inhabitants of Holland,

Inhabitants of the Dutch East Indies,

Commercial companies, established in Holland or in the Dutch East Indies.

These regulations concern all water-courses belonging to the Government, either as public, or as private crown-domain.

Supplemental regulations were enacted in 1899 and 1905. The requests should be examined locally by a commission, who should issue an official report. In case of difference of opinion between the competent authorities, the Governor-general arbitrates; also the applicants can appeal to the Governor-general. In accordance with the acknowledged water-rights of the native population for domestic use and for irrigation, the natives have to apply for water-permits only if they want to use it for power and other industrial purposes.

The sketch-map nowadays has to be filed in fivefold.

2. The Development of the Water Rights under the Regulations of 1895

Larger Water Power Schemes

Till about 1895 licenses only have been issued for small water-power sites. Afterwards the Dutch East Indies also were interested in larger schemes for industrial purpose and for public power supply. Gradually it became desirable to grant the licenses for larger water power sites by the Governor-general on a fixed term and upon payment of a rental (tax). The origin of the licenses on fixed term, in future called concessions, can't be retraced. Yet it is known that in 1896 a similar matter was forwarded to the Governor-general by the Head of the Department of Public Works. In result of which a concession was granted to erect and use electrical conducting wires to transmit the power developed in the river Toentang, near a waterfall, to the town of Semarang. Connected with this concession were fixed some conditions with regard to:

a. the right of the Government to dispose of the remaining not yet developed power,
b. the safeguard of the irrigation,
c. the filing of plans of the works to be constructed,
d. the payment of a rental.

As to the administrative procedure of concessions only three topics are enacted by decrees. Two decrees of 1903 and 1918 define to ask the advice of the involved Regional- or town-council, since those concessions may be of importance to the Region or town. The third decree dealing with the rental will be discussed in part 3.

Establishment Service for Water Power and Electricity

After the establishment of the Service for Water Power and Electricity, forming part of the Department of Government Industries, on July 31st 1917, there was drawn a line between permits till further notice and concessions by mutual arrangement of the Head of the Department of Public Works and the Head of the above-said service. Other occasionally occurring questions were also solved by mutual arrangement.

Permits Till Further Notice

In that way the following principles were adopted.

The applications for water-use, included those for power up to a capacity of 100 theoretical h.p. (if not employed for public distribution) are granted by the Head of the Department of Public Works. If the water is used for power-purpose the approval of the Head of the Department of Government Industries (Service for Water Power and Electricity) is also required. This is also the case for other water-use if the desired volume of water exceeds 100 liters per second and if to the judgment of the Head of the Department of Public Works a water power site should be spoiled. Moreover, within certain regions, in which the mentioned service is interested, every application for water-use will be judged by this service.

Concessions

Concessions for a capacity of more than 100 h.p. or for a smaller capacity if public power supply is intended, are issued by the Governor-general.

These regulations have not yet been sanctioned by the Governor-general, which fact however has never given any difficulties.

The Way, the Applications are Handled

The stamped requests for both, permits till further notice and concessions are presented to the Chief of Regional Administration and are examined locally by the already mentioned commission. The commission, appointed by this Chief, issues an official report. Afterwards the petitions accompanied by this report and the advice of the responsible irrigation-engineers, sometimes of the irrigation-commission, and

if necessary of the agricultural consulting expert, are forwarded by the Chief of Regional Administration after subjoining his own advice.

For the petitions for concessions the involved Regional- or town-council is also heard. The Head of the Department of Public Works gives his advice and then the petitions are forwarded to the Governor-general by the Head of the Department of Government Industries with his own advice and a scheme of decree to be confirmed.

For the requests for permits till further notice the Heads of the Department of Interior Administration and—in the beforehand mentioned cases—of Government Industries are heard.

The advisers must agree with the conditions to be made.

In giving their advice the officials and councils have to see that the interests for which they are responsible or the interests of third parties are not injured.

The preparation by the Service for Water Power and Electricity keeps also account with topics with regard to the care for the sound development of the public power-supply, with which this Service is charged.

Position of Public Power Supply

The position of the public power supply at present in the Dutch East Indies can be outlined as follows.

In accordance with the nowadays generally accepted rules the generating of power should be executed for preference by the Government and the distribution by private corporations. Their rates are to be approved of by the local councils. This state is reached nearly all over West-Java.

In Central-Java both generating and distribution take place already for years by three private corporations. However, two Government generating stations for additional power supply are planned.

In the bigger part of East-Java the generating of power is performed by a mixed company in which the Government and the adjoining distribution corporation participate on equal terms. In the remaining smaller regions of East-Java both generating and distribution of power are in hands of private corporations. Moreover a small Government water power station is in working in behalf of a State railway-shop and the public power supply in the town of Madioen.

In the outer provinces the public power supply has not yet reached a similar position. Some local power supplies are performed by private corporations or by the magistrates. In behalf of some Government mines, hydro-electric and steam plants are erected, which care also for the public power supply in the adjoining towns.

With the above-mentioned mixed generating company in East-Java the Government has agreed not to grant water power licenses within its region, unless the applicants could prove their own planned generating station to be advantageous to a power supply from the distribution corporation.

In other parts of Java and in the outer provinces the same principle, although not obligatory, is followed by the Government.

3. Conditions of Water Power Permits and Concessions

In part 1 of this paper an early decree was mentioned defining a direction for the contents of permits. In the course of the years these contents were altered and, if wanted, conditions were subjoined.

Since 1909 the same general conditions are connected with permits, which run as follows:

Conditions for Permits

Granted to .... till further notice the use of water from the .... river (conduit) for power-purpose in behalf of .... as recorded on the filed sketch-map up to a volume that, to the judgment of the responsible chief-irrigation-engineer can be permitted in relation with the interests of the natives or the rights of third parties on the understanding, that not more is to be withdrawn than .... liters per second and with a hydraulic height to the limit of .... meters and further on the following conditions:

a. the water must be carried back in the .... river (conduit), not being soiled in an inconvenient manner to make it unfit for irrigation or unavailable for drinking-water for men or cattle, this to be judged by the local authority;

b. the water-works, conduits etc, as being considered to be necessary by the chief-irrigation-engineer in relation with this permit, in as much as desired by him according to previously to be filed and approved designs- and otherwise according to the directions and with the approval of this chief-engineer, are to be constructed and properly kept in repair and are to be finished within .... months after the date of this permit, with a reservation however as to an extension of this term, bestowed by letter by the above-said official; this permit being considered to be assumed, as soon as the holder has begun constructing the water-works etc.;

c. in case this permit should expire or be forfeited and the chief-irrigation-engineer thinks it necessary to clear away the already constructed waterworks etc. the holder has to clear away those works and to put back the above-said rivers and water-conduits in the original condition within a time, fixed by the local authority, in default of which—as in case the above-said keeping in repair of the works leaves much to be desired—this chief-engineer is competent to do these proceedings on the holder's expense;

d. to the officials of the Interior Administration and of the irrigation-service in whose region the estate and the under b mentioned works etc. are situated, and to the persons who are commissioned by these officials must be given always admittance to the estate and works etc. in order to ascertain that the conditions of this permit are being fulfilled;

e. if, for building the works, water-conduits, etc. must be disposed of native grounds, buildings or planting, it is not allowed to do that before the people who have a legal right agree and are indemnified satisfactorily for abandoning those things through the agency of the local authority or of an official commissioned by this authority;

f. it is not allowed to make use of this permit until on the grounds, on which the power-plant will be constructed, are received legal rights, and these rights are entered in the appropriate public registers;

g. it is not allowed to build the required crossings with railway- and tramway-tracks and public roads before the approval of the competent magistrates is obtained;

h. the permittee contributes towards the costs and proceedings for the keeping in repair and for the improvement of the works and water-conduits, which serve also for the supply of the water to which this permit relates, in as much as these costs and proceedings become a charge upon the native community, in a manner to be determined by the local authority by mutual arrangement with the responsible chief-irrigation-engineer, and to an amount, as the said magistrate will fix, in relation to the holder's interest in the works and water-conduits;

i. this permit will be forfeited if one or more of these conditions to the judgment of the Chief of Regional Administration, are not fully met.

In order to obviate often occurred misunderstandings with regard to this matter, is remarked as much as necessary:

1°. the holder never may assert any pretensions to indemnification, if he should suffer loss from waterworks being constructed by order of the Government or the competent magistrates;

2°. it stands to reason that this permit does not release the holder from the obligation to repair the damages caused to others by using it or by negligence or imprudence from his side.

In part 1 the points of the conditions are mentioned connected with a combined concession, granted in 1896, for constructing and using electrical wires and for the development of a water-power site.

Later on these conditions are extended substantially in accordance with the conditions of permits till further notice and nowadays run as follows.

Conditions of Concession

Conditions of concession for drawing water from the .... situated in the district .... division .... of the region ...., by Government decree from .... 19.. No. ....

Article 1

1. The volume of water is not allowed to surpass .... liters per second and is to be used for no other purpose than for impelling waterturbines in behalf of power and light supply to the .... manufactory ....

2. This concession implies no guarantee, that the mentioned volume of water will always be available and the concessionaire may not claim an indemnification, if by natural causes, by altered vegetation condition or by building intakes or alterating the water distribution in behalf of land already prepared or to be prepared for arable cultivation up-stream, the rivers or water-conduits in question supply less water than the volume, allowed by this concession, whilst he no more may claim an indemnification if, to the judgment of the officials or functionaries charged with the control of the concerned water-courses and works,

it is necessary to shut off the water-supply entirely or partly on account of repair, improvement or entire renewal of one or more of the water-courses or the appertaining works, nor if on account of other reasons the water-supply is temporary interrupted, on condition however that necessary intentional closing, will always if possible, be announced to the manager of the factory two times twenty-four hours ahead.

Article 2

The concessionaire sees, that all the water drawn from the .... is carried back to this river on the place as indicated on the below-mentioned plans, not soiled in an inconvenient manner with matters which make it, to the judgment of the local authority, unavailable for bathing or drinking or for irrigation.

Article 3

Within one year after the grant of this concession in accordance with article 15, elaborate plans in fourfold, indicating the way of drawing, measuring, carrying off and using the water, the hydraulic height, etc. are submitted by or in the name of the concessionaire, by the intermediary of the Chief of Regional Administration, to approval of the Heads of the Department of Government Industries and of Public Works; also being fixed by this approval the exact point of drawing and exit and the hydraulic height.

This term can be extended with one year by the Head of the Department of Government Industries every time he thinks reasonable; the request for extension not being granted, the party concerned may invoke the decision of the Governor-general.

In case the presented plans should not be considered fit for approval by the Heads of the Departments of Public Works and of Government Industries, the Head of the Department of Government Industries can fix a term afterwards, within which new plans answering the given instructions must be filed.

Article 4

Within one year after the approval of the plans, mentioned in article 3, the construction must have begun, whilst the construction of the works, in accordance with the approved plans, must be finished within a time fixed by the Head of the Department of Government Industries according to further directions and to the approval of the Chief of the Regional Administration.

Article 5

It is not allowed to begin constructing works on grounds on which natives hold a claim, before the local authority has declared that the party concerned is indemnified for forgoing their claims and for abandoning their cultivations and houses on these grounds.

Article 6

It is not allowed to make use of this concession before the holder has got a legal right on the grounds on which the power-house and

dependencies will be erected and these rights are entered in the appropriate public registers.

Article 7

All works for the supply and the carriage of the water, constructed according to this concession, must be kept in repair by the holder, on the understanding that this keeping in repair, in case he fails to the judgment of the Chief of Regional Administration, will be done at his expense on the strength of this Chief.

Article 8

The concessionaire contributes towards the costs and proceedings for the maintaining, and if necessary for the improvement of the works and water-conduits, which serve also for the supply of the water to which this concession relates, in as much as these costs and proceedings become a charge upon native communities, in a manner as to be determined by the Chief of Regional Administration by mutual arrangement with the responsible chief-irrigation-engineer, and to an amount, as the said magistrate will fix, in relation with the holder's interest in these works.

Article 9

The concessionaire has to pay-in—to begin with the first calendar-year after that in which the in article 3 mentioned plans are approved—before March 1st in the government treasury an annual rental calculated on the base of:

f 2,— (two guilders) per theoretical h.p. between 100 and 1000 h.p.,

f 1,50 (one guilder and fifty cent) per theoretical h.p. between 1000 and 10000 h.p.,

f 1,— (one guilder) per theoretical h.p. for the power amounting to more than 10000 h.p.,

whereby the number of horsepower will be calculated by dividing the product of the conceded maximum quantity of water in liters per second and the available hydraulic height in meters by seventy-five, on the understanding however that the amount of the rental will be reconsidered every five years in accordance with the Government decree of September 8th 1919 no. 2T.

Article 10

The officials or functionaries commissioned by or in the name of the Governor-general or the Chief of Regional Administration are always admitted to the concessionaire's estates, buildings and establishments to control the fulfilment of the conditions of this concession.

Article 11

The concessionaire is obliged to clear away the already, entirely or partly, built works, in as much as the Head of the Department of Government Industries thinks it necessary, within a term fixed by the Chief of Regional Administration whilst, if he fails, the clearing away can be done on the strength of the magistrates on his expense.

Article 12

If the works built on the strength of this concession, to the judgment of the Governor-general, will be a hindrance to the use for power or other purposes by the Government or others, of the remaining quantity of water still available above the conceded quantity, the concessionaire must allow that all changes, which the Governor-general thinks necessary for taking away the hindrance, will be made, the resultant costs becoming no charge upon him, whilst the number of theoretical horsepower, by reason of this concession available for his establishment, may not be changed; for temporary hindrance in his branch of industry, consequent on the making of the mentioned changes, the concessionaire will not be able to claim an indemnification.

Article 13

The Governor-general is always competent to expropriate the waterworks, power-stations and dependencies, built on the strength of this concession, after informing the concessionaire of the intention to do so, if it wants to use the available water power in behalf of a power-station to be built by the Government, and this upon payment of the building-costs, reduced with an amount for depreciation of two per cent for each clear year, which, since the taking in use of the works and the installations as well as the extensions, has elapsed; for that purpose the concessionaire will be obliged, before putting in use the works, power-stations and dependencies, to notify the building-costs, duly attested to the satisfaction of the Chief of Regional Administration and also to notify every year the costs of extensions.

By such expropriation the concession expires; but in case of expropriation the Governor-general incurs the obligation to continue the power-supply till the term expires for which this concession is granted up to a quantity, which, at the moment of the announcement of the intention to the expropriation, is supplied in behalf of the industries, called in existence in consequence of this concession, in as much as the concessionaire himself would be able to produce this supply for the further duration of it, on reasonable conditions and at a price not calculated on a surplus of gain.

Article 14

In case the power-plants should be of use somewhen as power-stations for an electricity branch of industry on the footing of the Official Gazette of 1890 no. 190 the concessionaire has to agree, without being able to raise any claim for indemnification, to a change in the expropriation conditions so that they will correspond with the expropriation conditions of the electricity industry.

Article 15

1. This concession expires by rights and without it being necessary to give notice of this expiration in any way:

a. if it is not assumed within one year after the date of the decree whereby it is granted, by presenting to the Chief of Regional Administration a stamped and dated certificate, addressed to the Governor-general, that the concessionaire submits himself to the conditions on which it is granted.

This term can be extended with one year by the Head of the Department of Government Industries, every time he thinks reasonable; such extensions of term will be communicated to the Head of the Department of Public Works and to the Chief of Regional Administration. The acceptation must take place in that case within the thus extended term;

b. after a term of forty years has elapsed since the date of the decree, whereby this concession is granted, unless the concessionaire gets an extension of this term from the competent authority.

2. This concession can be forfeited:

a. at the holder's request;

b. in case of nonutilization of the water during more than three successive years;

c. in case the concessionaire, in spite of a more than once given reminder by letter, should fail to fulfil the conditions of this concession.

4. Principles on which Conditions for Permits and Concessions are Founded

Purpose

In order to prevent the hunting of concessions the applicants have to prove sufficiently the seriousness of their schemes. Therefore the purpose is to be mentioned in the requests and will be stipulated in the conditions excluding other purposes. The sanction of the Governor-general is needed to change the purpose. Public power supply which requires always a concession, even for a capacity less than 100 h.p., is alway to be mentioned positively.

In the permits till further notice the purpose is mentioned also.

Duration

The duration of the validity of permits till further notice is in accordance with the name not defined. However for permittees in good faith, who fulfil the conditions, the duration is unlimited.

In accordance with the licenses for the building and using of electrical wires and the transmitting of power by electricity, the duration for concessions was fixed normally at forty years. In early days some concessions were granted for 20, 30 and 50 years.

In two events applicants for large water-power concessions to be developed for the manufacture of nitrogenous fertilisers and other chemical manufactures, objected to the duration of forty years. For these concessions, respectively for a theoretical output of 200000 h.p. in the Asahan-river, the outlet of Lake Toba on Sumatra, and of 120000 h.p. in the Mamasa-river on Celebes, a validity of 75 years is defined.

Rental

In 1903 a regulation fixed the annual rental at f 4,— (four guilders) a theoretical h.p., to begin five years after the water power was used

for the first time. In special cases an immunity from rental could be granted for a longer period than five years. Objections to this rental were raised by the applicants for the Asahan- and Mamasa-concession.

A next regulation, the same as mentioned in article 9, was sanctioned by Government decree of September 8th 1919 no. 2T. The principal features are as follows:

a. no rental is due for an output of 100 h.p. or less; so as a matter of course for all permits till further notice;

b. the amounts of f 2,— (two guilders), f 1,50 (one guilder fifty cent), f 1,— (one guilder) a horsepower, are maximal, thus enabling, both in the beginning and with the five-yearly revision, to reduce the rental and if desirable in special circumstances to grant immunity from rental;

c. larger outputs have to pay relatively less than the smaller ones, thus the rental can not be a hindrance for the chemical industry, which needs cheap power to pay its way;

d. the rental is normally due from the beginning without a period of immunity;

e. the natural hydraulic height implies in practice the difference in height between the rised water-level at the intake and the averaged water-level in the water-course on the place where the water is carried back.

In practice the obligation to pay the rental begins with the year after the approval of the plans, corresponding with the normal time for finishing the plant. In contravention to these rules for larger plants sometimes immunity from rental during five years has been granted.

As a model for the decree of September 8th 1919 served the regulations of countries with a relatively recent water-power development, viz Norway, Italy and British Columbia. The Swiss rental of f 2,85 (two guilders eighty-five cent) a h.p. was considered too high for the Dutch East Indies. The five-yearly revision is taken from the regulations in British Columbia.

The possibility to fix the rental lower than the mentioned maximum rate is utilized only a few times.

Also worthy of remark is the rental calculated in case of the exploitation of a storage basin to provide for the fluctuations in the daily demand. In this case the calculation is based on the maximal averaged drawn water-quantity and not on the maximal output of the turbines.

Stamp-Duty

Besides the rental the licensees and concessionaires have to pay stamp-duty. These costs are not in accordance with the number of h.p. and are due but once, viz:

a. for granting, renewing, prolonging and transferring a concession f 200,— (two hundred guilders);

b. for granting a preference on the development of a water power site and for the transferring of which f 25,— (twenty-five guilders);

c. for extending the term fixed for:

1. acceptance,
2. producing elaborate plans,
3. beginning the construction of the works,
4. finishing the building of the works, f 25,— (twenty-five guilders);

d. for a permit till further notice for water power and the transferring of which f 25,— (twenty-five guilders);

e. for a permit till further notice for the use of water for other purposes and the transferring of which f 5,— (five guilders);

f. for all requests a stamp-duty of f 1,50 (one guilder fifty cent).

Occupation of Public Domain and Buying Out Rights of Others to Grounds

Before discussing this matter, for concessions provided in article 5 and 6 and for permits under e and f, a short summary will be given of the rights and claims the Government and others can lay on grounds.

The ground policy in the Dutch East Indies is based on the before-mentioned Agrarian decree of 1870.

In the first place it defines that first and last the principle is maintained that all land is public domain, unless others can prove their rights on it. This pronouncement coming forth by necessity has held its own, although often criticized by jurists. Juridicially spoken this pronouncement looks much like reversing the onus probandi, which can also be said of the public domain pronouncement, mentioned in part 1, with regard to all water-courses, also the nonnavigable by vessels or rafts.

The second principle runs that all rights of the native population are maintained and guaranteed positively.

The native claims on ground, both communal ownership and hereditary property are not alienable to Europeans or to foreign Orientals.

In case Europeans or foreign Orientals are in need of native grounds they have to begin with buying out the native claims by which action the grounds are reduced to public domain again, thus enabling the Government to give out the grounds to Europeans and foreign Orientals on long-lease, with right of building or with right of property.

The rights claimed by owners of private lands on the grounds are much older and are discussed in part 6.

After this, article 5 needs no further discussion, since it is based on the same principle, namely to safeguard the rights of the natives.

The power-house and dependencies mentioned in article 6 does not include the weir, intake and water-conduits. The concession entitles the holder already to make use of public domain or native grounds reduced to public domain for erecting these works.

Acceptance the Conditions of Permits and Concessions

The acceptance of the conditions of permits and concessions is defined in condition b for permits and in article 15 for concessions.

The assuming of the conditions of concession is registered by Government decree.

Filing of Plans and their Approval

For permits till further notice the filing of plans is due in as much as it is necessary by the judgment of the chief-irrigation-engineer.

For concessions the filing of elaborate plans is always required. Their approval by the Heads of the Departments of Public Works and of Government Industries, as mentioned in article 3, holds no acceptance of any responsibility for the works built on account of the plans. The approval means only that there is no objection with regard to the interests of the said Departments. Occasional remarks on improvements etc., not in relation with these interests, are communicated to the concessionaire.

Expropriation of Water Power Plants

In consequence of the Government point of view that the generating of power in the Dutch East Indies should take place directly or indirectly by authority of the Government, the desirableness came forth to reserve water power sites for the Government. In order not to prevent private persons from developing power sites it is impossible to reserve water power unlimited. For that reason the expropriation of already granted water power sites must be made possible in another way. After ample discussion the expropriation was defined as is mentioned in article 13 and 14.

Without going in details it is worthy of remark that the conditions had to take account of the expropriation regulations already defined for an industry on the footing of Official Gazette of 1890 number 190, being an industry having in view the building and using of electrical wires for lighting and for transmitting electrical energy.

Article 14 deals in a simple and decisive manner with all difficulties.

In relation to the right of expropriation of the Government, article 12, which deals with a remaining not developed part of a water-power site, is worthy of remark.

Another way to secure the power supply for a future need of energy and lighting was put into practice, side by side with the expropriation conditions in two events. For this purpose a capacity of 30000 h.p. out of 200000 h.p. was reserved for the Asahan concession and a yearly output of 30000000 kWh with a maximum for a quarter of an hour of 5000 kW for the Mamasa-concession.

To calculate the deduction for depreciation it is necessary that, according to the second clause of article 13, the building costs are made known by the concessionaire. This regulation has aroused many difficulties and therefore it is put into practice only in the few cases for which it was desirable.

Permits till further notice can not be nationalized. Once a general interest made it necessary to cancel some permits for native rice-hulling mills; the holders were indemnified, not by rights but only as a favour.

Expiring and Forfeiting

This matter is defined in condition 1 for permits till further notice and in article 15 for concessions. The terms for acceptance and for the producing of plans are fixed with the intention to prevent concessionaires to keep water power sites of great value undeveloped with

speculative purpose. The extension of these terms are therefore only granted in case the concessionaire proves it to be reasonable.

In practice these regulations permit of any extension so that the term of assuming the Asahan-concession has been extended for the tenth time. The concessionaire has done a great deal of preparative work but has not yet succeeded to interest enough capital.

Protection of the Interests of Licensees, Concessionaires and Third Parties

To secure the use of water for irrigation purpose by natives for newly made rice-fields article 1 defines in the second paragraph that the concessionaire will not obtain an indemnification for the decrease of the volume of water, caused by this use. This regulation takes no account of the holder's interest, but is maintained because only few fields are fit for irrigation in the mountains up-stream. For those few fields the irrigation must remain possible. The use of large quantities of water will not be approved of or advanced by the Government.

The applicants for the Asahan- and Mamasa-concession however considered this condition not acceptable. Consequently for the Mamasa-concession was arranged to allow an indemnification if the decrease exceeds 10% of the conceded volume of water.

The interests of all water-users converge with regard to the maintaining of the climatical and hydrological conditions of the concerned catchment area.

The care of these interests has had already during a great many years the Government's attention and forms part of the task of the forest service. The principal precautions exercised are the maintaining of a large area of forests, of woods in the ravines, on steep slopes, and round springs and the afforestation on the grounds which are fit for it.

5. Preference on Water Power Sites

For persons in a future need of water power on behalf of to be planned factories or who have not yet collected the necessary data to work out their schemes it is possible to obtain a right of preference on a water power site. This right is granted by the Governor-general generally for two or three years. The administrative procedure of the requests is the same as is mentioned for concessions. The right of preference stipulates that the Governor-general incurs the obligation to take no decision on requests from others for the use of the same power site, before the holder of the preference has been in the opportunity to show his scheme and the already done preliminary work. The Governor-general however holds himself entitled to the right to reserve the power site for the Government or for local councils.

Quite a different right was granted to the holder of the Asahan-concession, namely an optional right on the most economic 200000 h.p. of the available 600000 h.p. in the Asahan-river. The term for the option which goes together with the concession itself is also extended several times.

6. Special Circumstances

Collective Permits

In some regions in the outer provinces the natives were already for years working a great number of primitive rice-hulling mills without permits. To arrange this matter in a simple and legal way collective permits were issued to the Chiefs of Regional Administration for the construction and use of rice-hulling mills by natives.

Sultanates Djogjakarta and Soerakarta

The regulations discussed in the first 5 parts of this paper were adopted for normal cases in the directly governed regions. Besides these regions there are on Java two sultanates, ruled by the native princes of Djogjakarta and Soerakarta under the supervision of the Dutch East Indian Government. The generally received rules in these Sultanates follow principally the adat-rights, are quite out of date and therefore will not be discussed.

Self-Governing Regions

In the outer provinces large regions have maintained their self-government, although under the supervision of the responsible Chiefs of Regional Administration and with little independence. Till 1927 permits and concessions were granted by the self-government of the concerned region. The Mamasa-concession for example is granted by the self-government of Sawitto on conditions approved by the Governor-General. After 1927 the regulations for the directly governed regions of Java and the outer provinces came also into force for most of the self-governing regions of the outer provinces on the understanding however that permits till further notice should be granted by the responsible Chief of Regional Administration instead of by the Head of the Department of Public Works.

Province of Sumatra's East Coast

Worthy of mention is the Province Sumatra's East Coast with the tobacco regions of Deli and other plantations which maintained its own regulations till 1927. Instead of the Governor-general and the Head of the Department of Public Works all permits and concessions were issued by the Governor of this province. The regulations follow chiefly the generally received rules from more than ten years ago. Thus the rental amounts to f 4,— (four guilders) a h.p. with a period of immunity of five years according to the regulation of 1903. From 1927 the normal regulations are in force in the same way as is mentioned above for the self-governing regions.

Private Lands

In this context the water-rights on private lands, an anachronism in the government organisation nowadays, will be discussed. The sale of private lands dates from the eighteenth century and was continued till 1829 and took place to strengthen the public treasury and sometimes the private means of the Governor-general.

The land-owners were entitled, besides to the sovereign rights on the lands and inhabitants, to the use of water for irrigation purpose. In former times the use of water for power purpose was not fully known, but of course the land-owners were also entitled to this use. Nowadays the Government tries to buy out the landowners by degrees, although the sovereign rights are already limited. By buying out land-owners the rice-fields are given to the natives but the plantations are given back to the owners on long-lease. Generally a clause in the purchase-deed stipulates that the Government incurs the obligation to grant water power licenses with immunity from rental in behalf of the said plantations, if requested within a fixed term. Some times an option has been granted on a water power site for twenty-five years.

Reform of the Interior Administration

Lastly some attention must be given to the reform of the Interior Administration.

Till some years ago the Administration in the Dutch East Indies was centralized in a high degree. The economic and intellectual development of the country, above all of Java, made it desirable to decentralize several matters of Government's care. This process is nearly finished in the newly established provinces of West-Java und East-Java, and is in course of development in Central-Java and in the sultanates of Djogjakarta and Soerakarta.

With regard to the administrative procedure of permits and concessions for water power the principles have not changed substantially.

Zusammenfassung

In der Einleitung wird dargelegt, unter welchen Umständen die gegenwärtigen Vorschriften auf dem Gebiete der Wasserkraftnutzung entstanden sind.

1. Die Bestimmungen auf dem Gebiete der Wasserkraftgesetzgebung in chronologischer Reihenfolge. Wasserläufe zum Staatseigentum erklärt.

2. Entwicklung der Wassergerechtsame auf Grund des Gesetzes von 1895. Ausbau größerer Wasserkräfte. Die älteste Konzessionsform. Die Gründung des Staatlichen Amtes für Wasserkraft und Elektrizität. Bewilligungen für Wasserkraft bis auf Widerruf und Wasserkraftkonzessionen. Behandlung der Konzessionsgesuche. Stand der allgemeinen Elektrizitätsversorgung.

3. Bedingungen, unter denen die Verleihung von Bewilligungen und Konzessionen für Wasserkraft stattfindet.

4. Grundsätze dieser Bedingungen; nacheinander kommen zur Sprache: Zweck, Dauer, Wasserzins und Ablösung bestehender Grundrechte, Annahme der Bedingungen für Bewilligungen und Konzessionen für Wasserkräfte, Verstaatlichung der Wasserkraftwerke, Heimfall der Bewilligungen und Konzessionen und deren Einziehung, Schutz der Interessen der Inhaber von Bewilligungen und Konzessionen sowie dritter Personen.

5. Vorzugsrechte auf Wasserkräfte.

6. Verschiedene Bestimmungen, welche für die Nutzungsrechte von Wasserkräften gelten in den Sultansgebieten von Djocjakarta und Surakarta auf Java, in den Gebieten mit Selbstverwaltung außer Java, im Gouvernement Ostküste von Sumatra und auf Privatländereien. Die Abhandlung schließt mit einer kurzen Erwähnung der heutigen Staatsverwaltungsreform.

Argentine

Aperçu sur les dispositions législatives concernant l'utilisation des forces hydrauliques en Argentine

Comité Nationale Argentine

Ing. Georges E. Wauters

Les eaux sont soumises à une loi uniforme pour tout le pays. — Les ordonnances locales ne font que l'adapter aux diverses exigences régionales. — Supériorité de notre législation sur les eaux. — Les droits de riveraineté n'existent pas en Argentine. — Le barreur de chute est impossible. — La chute privée est de minime importance. — L'autorisation administrative est indispensable. — Elle est toujours temporaire. — Autorités qui peuvent accorder une concession. — L'Etat ne se fait pas payer l'eau. — L'usager rétribue un service reçu. — Loi spéciale pour faciliter l'amortissement des capitaux engagés dans les travaux d'importance. — Le transport d'énergie à distance réclame une loi d'ensemble.

En ce qui concerne la jouissance des eaux utilisées pour produire de la force motrice, la République Argentine possède, depuis plus d'un demi-siècle, une législation fondamentale, simple et complète à la fois. Notre codificateur civil a admis qu'il n'existait aucune raison pour établir, en sa faveur, des dispositions différentes de celles qui réglementent les autres applications courantes des eaux.

Il a étudié le problème que pose la jouissance, ou le simple usage, avec ou sans consommation d'eau, sans se préoccuper de l'emploi ultérieur de l'énergie potentielle recueillie par les récepteurs appropriés, installés à cet effet. Il put agir ainsi, parce qu'il établit comme principe, qu'il n'existait pas de droits acquis sur les eaux, s'appuyant en cela sur des antécédents, d'origine nettement espagnole, en la matière.

Le point de départ juridique de la jouissance se maintient invariable, soit que la force prise sur l'arbre moteur s'utilise directement pour produire un travail mécanique, soit qu'elle se transforme en courant électrique pour satisfaire l'une quelconque de ses applications industrielles modernes.

De cette simplicité de conception originaire, il résulte que notre proposition peut se dédoubler suivant deux aspects différents: le premier purement hydraulique, puisque dans l'eau en mouvement se trouve l'énergie potentielle à saisir, le second électrique, simple détail de son usage, ou à mieux dire, l'un seul d'entre eux.

La supériorité de notre législation sur les eaux par rapport à bien d'autres plus connues, a été relevée depuis longtemps: c'est, du reste,

une conséquence de la Constitution Nationale adoptée en 1853 qui admit la forme républicaine représentative fédérale de gouvernement, avec deux sortes d'autorités, nationales ou fédérales les premières et provinciales les secondes.

Les premières comprennent un Congrès, un pouvoir Exécutif et un pouvoir Judiciaire. Les secondes une Législature, un Gouverneur et des tribunaux de Justice. Le Congrès de la Nation traite exclusivement certaines matières, nettement précisées par la Constitution, telles que les questions militaires, les affaires étrangères, citoyenneté, douane, postes et télégraphes, etc. et dicte les codes civil, commercial, pénal et des mines pour tout le pays.

Les provinces peuvent, et doivent même, développer une action parallèle et non contradictoire avec celle de la Nation. Leurs tribunaux jugent les procès qui ne correspondent pas à la juridiction fédérale, du fait de la cause ou des personnalités en jeu, et cela dans l'ordre civil, commercial, pénal ou en matière de mines, mais en appliquant les codes prescrits par le Congrès National et en respectant la jurisprudence des hauts tribunaux institués par la Nation.

La question des eaux est essentiellement d'ordre civil. Il s'en suit que les législatures provinciales ne peuvent dicter que des ordonnances ou lois réglementaires du Code Civil, uniforme pour tout le pays, conformément à la Constitution votée par une convention générale où toutes les provinces étaient représentées.

Les Nations d'Europe, préoccupées de l'avenir de leurs colonies, s'efforcent d'harmoniser l'action directive d'ensemble et délibèrent, périodiquement, à propos des questions d'intérêt commun, de législation, de régime économique et commercial, etc. C'est en 1907, après dix réunions du Congrès Colonial International, depuis la session inaugurale de 1884, qu'on admit, après une étude comparative des législations de plusieurs continents, qu'une bonne loi d'eau doit répondre aux bases fondamentales suivantes:

1. Elle doit être différente pour les régions humides ou arides.

2. La doctrine des droits riverains (commonlaw of riparian rights) qui prédomine dans les pays humides, crée des entraves pour le développement de l'usage des eaux en pays arides.

3. Dans les régions où l'usage de l'eau représente un capital, les droits d'eau (water rights, Wasserrecht) doivent être inséparables du droit de propriété de l'inmeuble;

4. Ni la priorité, ni l'appropriation ne peuvent fixer une limite de propriété sur l'usage de l'eau: c'est seulement son profit productif qui peut l'établir.

La législation des eaux en Argentine répond parfaitement à toutes ces exigences essentielles, car les dispositions spéciales des régions humides ou arides des provinces, la plupart d'elles ayant une extension territoriale comparable à celle de bien de Nations entières, s'accordent aux principes d'ensemble du code civil.

Depuis sa mise en vigueur qui date de 1869, les 14 provinces qui existent déjà en Argentine, ont dicté de nombreuses lois locales sur la

base même du dit code puisqu'il leur est interdit, par l'article 108 de la Constitution, d'altérer la loi civile. Il en résulte un avantage évident puisqu'on assure ainsi une législation uniforme, malgré la faculté concédée aux provinces de se donner des lois réglementaires, applicables dans leurs territoires respectifs, ayant pour but de répondre à leurs propres besoins et aux exigences des industries régionales.

On s'explique, alors, que quelques provinces aient étudié l'emploi des eaux pour les chutes, tandis que d'autres n'aient encore rien entrepris, malgré leurs grandes ressources. A Mendoza, San Juan, Córdoba et Tucuman où les eaux sont abondantes et les pentes du sol prononcées, il existe de nombreuses chutes d'eau et leurs lois comprennent plusieurs dispositions spéciales. Par contre, les provinces du litoral ou qui s'occupent d'agriculture ou d'élevage, de préférence, ne se sont pas préoccupées de la question. Le progrès du pays exigerait, petit à petit, le vote de lois complémentaires, mais toujours d'ordre local.

En Argentine, comme chez d'autres peuples plus anciens, les eaux appartiennent au domaine public: nul n'a le droit d'en faire usage sans autorisation du pouvoir compétent. L'article 2340 de notre code civil l'établit clairement: «Les rivières et leurs lits, ainsi que toutes les eaux qui s'écoulent sur des lits naturels appartiennent à l'Etat fédéral ou aux Etats particuliers (provinces).» Ceci ne fait que consacrer, une fois de plus, le vieux précepte romain: „flumina autem omnia et portus publica sunt", qui, à travers la législation espagnole, s'est incorporé à notre loi civile.

L'analyse de cette définition permet d'entrevoir plusieurs avantages pour l'usage des eaux. En effet, nous n'avons pas eu à établir, comme ailleurs, de différences entre les cours d'eau navigables ou non navigables, les flottables ou non flottables: nous avons évité ainsi de nombreuses et très sérieuses difficultés.

Une seule réserve a été établie en faveur des eaux privées, c'est-à-dire de celles qui jaillissent et disparaissent dans les limites d'une même propriété (art. 2350); dans ce cas, elles appartiennent au propriétaire de l'immeuble qui peut en disposer à son gré et les appliquer comme bon lui semble, sans intervention de l'Etat. C'est le seul cas où il puisse exister une usine hydraulique privée, chaque jour de moindre importance et en nombre chaque fois plus restreint, conséquence inévitable de la subdivision croissante de la propriété.

Les particuliers peuvent avoir la jouissance, ou faire usage des eaux du domaine public, mais «en se soumettant aux dispositions de ce code et des ordonnances générales ou locales», conformément à l'article 2341. Il n'existe pas de privilège en faveur des riverains, car tous ont les mêmes droits. Plus encore: le même code civil, chapitres 2 et 3 du titre XIII, institue en termes obligatoires, la servitude de laisser passer et de recevoir les eaux, de telle façon que les riverains non seulement n'ont pas plus d'avantages que d'autres propriétaires pour l'usage des eaux, mais encore ils sont forcés de permettre l'exécution des travaux nécessaires pour que d'autres puissent faire passer les eaux dont ils ont besoin pour l'arrosage de leurs terres ou pour leurs usines, bien entendu après le payement d'une indemnité raisonnable.

La prévision de notre codificateur a été rationnelle, si l'on tient compte de l'extension du territoire national (près de trois millions de km²), sur lequel existe un vaste réseau hydrographique, traversé par d'importants fleuves (l'un d'eux d'un débit de plus de 15000 m³ à la seconde), qui descendent des montagnes atteignant jusqu'à 6000 m. de hauteur au dessus du niveau de la mer, et sur lesquels l'on peut créer de puissantes chutes sans courrir le danger d'une appropriation privée et où l'Etat conserve toujours le domaine d'une richesse énorme, qu'il fiscalise pour en obtenir une utilisation productive intense.

La jouissance ou le simple usage que l'État reconnaît est toujours temporaire, ainsi qu'il est spécifié à l'art. 2341. L'autorisation respective a un caractère précaire, à terme fixe, mais renouvelable, avec ou sans modification, sujet le cas échéant à une caducité, quand un intérêt public l'exige ainsi, car il prime sur l'intérêt privé. Aucune de ces réformes ne peut donner lieu à une réclamation d'indemnité, parce qu'il n'est pas admis qu'il puisse exister un droit acquis devant le bien-être ou progrès de la communauté. L'État ne transfère pas la propriété de l'eau: il concède une autorisation pour en faire usage, autorisation qui s'annule, entre autres causes, quand on n'en a pas profité dans les délais et termes que chaque province a fixés par ses ordonnances ou lois locales, spéciales pour les unes ou simples chapitres du code rural pour d'autres, par exemple pour les provinces de la zône humide du pays, autorisation qui en tout cas et par analogie, s'annulerait comme le droit d'usufruit, soit en dix ans entre présents ou vingt entre absents, conformément à l'art. 2924 du code civil.

Ceci n'empêche pas qu'une concession quelconque, en pleine vigueur, puisse être expropriée par l'État, quand l'utilité publique l'impose. Mais alors, il s'établit un accord pour fixer une indemnité raisonnable; ou en cas contraire, pour soumettre la procédure à des dispositions précises, fixées d'une façon générale par loi spéciale d'expropriation.

Les concessions pour l'usage des eaux sont accordées par les autorités et dans la juridiction à laquelle elles appartiennent, c'est-à-dire, que conformément à notre code, elles peuvent provenir de la Nation ou des provinces. Le pouvoir Exécutif central ou les gouverneurs en province, peuvent les accorder quand la loi, soit du Congrès, soit de la Législature, l'a autorisé d'avance, en termes généraux.

En effet, dans notre régime institutionel, les provinces sont des Etats qui conservent, par la Constitution même (Art. 104), toutes les atributions non déléguées au pouvor fédéral et qu'elle signale en détail. Elles conservent le plus ample droit de légiférer sur les biens compris dans leurs territoires, telles que les eaux, mais en respectant toujours les termes et prescriptions de la loi civile fondamentale.

Il existe, cependant, quelques cas où le gouvernement central ou fédéral intervient quant aux fleuves ou rivières de juridiction provinciale, soit pour exploiter directement les eaux, soit pour le laisser faire aux particuliers. Tel est le cas prévu par la loi des irrigations fédérales de 1909, en vertu de laquelle la Nation agit par simple délégation, pour prêter un concours purement financier, exerçant une intervention

provisoire et pour un délai suffisant pour amortir l'avance des fonds qui ont été investis dans les travaux réalisés, après que les autorités provinciales ont édicté des lois „reconnaissant et acceptant les principes que la loi fédérale admet", art 4. Il en est de même avec la loi pour l'approvisionnement d'eau potable et l'assainissement des villes.

Les plus modernes lois provinciales ont prévu toutes les dispositions indispensables pour définir le domaine des eaux, fixer les servitudes, droits et obligations des usagers, tant d'ordre général que spécial pour chaque genre d'usage, les spécifications pour l'exécution, conservation et exploitation des travaux, les formalités à remplir pour obtenir les concessions, les contributions de toute espèce, les termes et délais de caducité, l'organisation des autorités administratives chargées des services d'exploitation et les questions administratives qui peuvent se discuter en justice, etc.

L'usage de l'eau pour en tirer de l'énergie n'échappe pas à ces prescriptions d'ensemble. Les lois admettent l'unité de mesure par cheval de 75 kilogrammètres; elles exigent que les turbines et installations se fassent sur un canal latéral, sans produire le remous des eaux dans le courant principal et de façon à rendre la totalité du volume d'eau dévié au cours primitif, sans altération aucune. Comme il n'existe pas de consommation, qu'il n'y a qu'un simple usage et non une jouissance, tous les impôts sont fort réduits par rapport à ceux qui s'appliquent aux autres usages.

En réalité, l'État ne se fait pas payer l'eau qu'il concède. Tous les usagers forment une communauté dans laquelle l'État n'intervient que pour s'assurer que l'eau s'utilise, vraiment, sans abuser de sa généreuse donation. Les contributions représentent une rétribution de service, un apport en espèce ou en argent, proportionnel au bénéfice reçu de la communauté créée au simple effet d'utiliser les eaux gratuitement cédées par l'État, mais qu'elle doit conduire et distribuer aux frais des usagers qui la constituent. De là, la liberté d'action que l'État s'est réservée par la loi, propriétaire exclusif et permanent de la matière première dont il prétend s'assurer l'usage efficace et intensif par son intervention et contrôle, et pour une simple convenance d'intérêt général.

On a quelquefois prétendu que cette réserve administrative était une entrave pour le développement des grandes usines hydrauliques, celles qui exigent de grands capitaux. Cependant, quand le cas s'est présenté, on a été amené à établir une loi spéciale, véritable concession-contrat qui, sans oublier la loi générale concernant les eaux, fixe des conditions précises pour offrir une garantie complète et assurer l'amortissement des capitaux engagés.

C'est ainsi que ces loi spéciales ont fixé un plus long terme pour l'exploitation de la concession que celui indiqué par les lois générales. Si ce terme était trop court, les installations coûteuses et la caducité administrative à la fin du délai ordinaire admissible, car le renouvellement n'est nullement obligatoire pour l'État, l'amortissement du capital investi exigerait des tarifs élevés, ou réduirait les bénéfices de façon à faire disparaître l'intérêt de toute initiative privée.

Le plus long délai de la concession exige l'intervention de la Législature; et pour satisfaire l'intérêt public en jeu, on introduit plusieurs compensations, services gratuits pour quelques dépendances administratives, réduction de tarif pour d'autres, etc.

Une fois l'énergie transformée en courant électrique surviennent les questions que la loi des eaux n'avait pas à prévoir et pour lesquelles il n'existe pas de législation générale. Ce sont les questions qui ont réclamé l'intervention législative pour établir, avec la garantie d'une loi-contrat, les modalités du transport et de la distribution du courant, pour ses nombreuses applications domestiques et industrielles.

La province de Tucuman, déjà 25 ans auparavant et sur la demande d'une concession, aujourd'hui en vigueur, étudia une loi d'ensemble. Mais l'initiative tomba dans le vide et l'indifférence. On a maintenu la loi locale sur les eaux, déjà alors une des plus complètes du pays. C'est aussi la première tentative locale pour établir l'inventaire des forces hydrauliques disponibles dans les cours d'eau de la province et qui aurait, certainement, provoqué l'adoption de mesures semblables dans d'autres régions.

L'utilisation des eaux pour créer des chutes se fait dans nos provinces de très longue date: les plus anciens règlements et ordonnances en font mention. Les premiers services d'éclairage électrique sont nés dans les villes et sous la protection de concessions municipales: c'est aussi l'origine des premières concessions de tramways électriques pour remplacer les anciennes lignes à traction animale.

Tant que ces servives étaient sous le régime des concessions communales, l'isolement des centres peuplés évitait les conflits. La concentration des intérêts, le trust de l'exploitation, les usines centrales, etc. trouvent déjà des difficultés. Le transport de l'énergie à distance, l'installation des cables sur routes, les services rendus par une même usine à plusieurs centres à la fois, etc, soulèvent de multiples questions provenant de la superposition de juridictions distinctes. La tendance moderne de la grande usine, avec une zône d'influence chaque fois plus étendue, amène le besoin d'une législation de prévoyance spéciale qui n'existe pas dans le pays, mais qui s'imposera dès le moment que l'on se préoccupera de tirer profit des forces hydrauliques de l'intérieur, traversant les provinces et territoires nationaux, pour desservir les villes et villages parsemés, et dominer avec une seule législation les juridictions diverses, défendues dans leur indépendence par la Constitution Nationale et par les provinciales qui ont toujours reconnu et respecté le régime municipal.

Nous avons voulu simplement signaler les points principaux qui se poseront sous peu. Les lois de concessions comme les ordonnances municipales ont prévu les dispositions réglementaires de police et contrôle pour fiscaliser le service, empêcher les abus et fraudes de courant, prendre des mesures de sécurité publique et privée, pour contrôler l'installation des conduites, établir les servitudes, etc. Ce sont les questions qu'une législation uniforme doit prévoir et qui manque encore dans le pays.

En résumé, la République Argentine possède une législation simple et complète pour l'utilisation de ses eaux à la production de force motrice, en ce qui concerne l'aspect hydraulique du problème. Par contre, cette législation générale manque en ce qui a rapport aux application de ces forces, une fois transformée en courant électrique.

Summary

The Argentine Republic declares public property, practically without restrictions, the whole of its system of service water. Use thereof can be made only after obtaining the corresponding Municipal license, and when employed for the purpose of producing power, the regulations pertaining to the National Legislation must be adhered to. This is uniform throughout the whole of the Republic, as all provincial authority, as regards their respective territories, is constitutionally bound to respect it. The legislative regulations are simple and, without deviating appreciably from general principles, ample enough to permit of a suitable adaptability, either to humid zones, or arid regions.

Privileged riparian rights which have caused innumerable conflicts in other places, do not exist, in view of the fact that the advantages derived from aqueducts, as well as those secured from water supplies, are extensive enough in themselves to cover all requirements, including motive power amongst many others. As the subject in question is not a privilege in itself, the taxes are extremely low, as compared with others of a similar nature.

Without wholly forgetting the hydraulic aspect of the advantages derived, it must be borne in mind that the simplicity of all pertinent legislation is absolute in itself. From the moment that Power is transformed into Electric Energy, a change occurs in the aspect of the question. This was unforeseen in the year 1869, when the National Code (Código Civil) was formulated; and also when encroaching on other jurisdictions — not superposed but sundry — in the great distances which are now-a-days covered by modern electric transport.

It is a necessary legislation, whose existence is already being claimed by the emergency laws, which are usually of a Municipal nature, through the first applications of electric energy in the country having been of this character.

Argentine

Études internationales et obligatoires d'hydraulique au point de vue économique

Comité National Argentin

Ing. Charles Wauters

L'utilisation des eaux pour la navigation a réclamé, de tout temps, de nombreux traités internationaux. — Restriction du domaine absolu des eaux dans les fleuves navigables. — Inondations et dédommagements. — Association d'intérêts dans le cas des fleuves internationaux. — Bassins hydrographiques en pays peuplés. — Avant-projets toujours réalisables. — Le problème est autre en pays nouveaux. Les Conférences Internationales ont prévu l'exécution des travaux mais pas le besoin d'études préliminaires. — L'entente d'après-guerre exige pour elles une solution d'harmonie. — Déclaration de principe. — Liberté d'action accordée au Conseil Exécutif. —

I

Le «divortium aquarum», ou ligne de faîte qui divise les eaux internationales, fixe une frontière qui répond à une définition scientifique bien précise et écarte la possibilité des fréquentes difficultés que l'usage ou la jouissance des eaux peut provoquer. C'est, en un mot, une frontière naturelle que la France et l'Espagne adoptaient dès 1659 et qui ne présente, parfois, que quelques inconvénients d'ordre matériel pour son tracé, par la nature du sol montagneux auquel elle s'applique.

Par contre, lorsqu'un fleuve sépare deux États, le problème se complique, même dans le cas où l'on prend le thalweg comme ligne de séparation. Celle-ci répond bien aussi à une conception scientifique précise pour délimiter les souverainetés limitrophes, mais elle donne lieu à de multiples indéterminations en ce qui concerne l'usage ou la jouissance des eaux, ce qui ne se présente jamais avec la ligne de faîte en montagne.

Si le «thalweg», ou la ligne moyenne de mouillage constituait la frontière sur tout le cours du fleuve, les difficultés se réduiraient de beaucoup. Mais comme il en est rarement ainsi et que la frontière s'établit seulement sur un de ses tronçons, soit intermédiaire, soit vers l'embouchure, les intérêts communs de la jouissance se multiplient.

Quant à leur usage pour la navigation, la diplomatie est intervenue, depuis déjà de longues années, pour établir de nombreux traités inter-

nationaux qui accordaient des formules d'usage en commun, ou préféraient une déclaration de neutralité absolue admettant la libre navigation, tant pour les États riverains que pour tous les autres.

La révolution française fit disparaître les droits de péage et autres entraves à la navigation, imposés pendant le moyen âge. Les plus anciens traités ont subit des modifications successives pour répondre aux exigences et au progrès de la navigation moderne. — Le traité de Versailles reprit la question pour tous les grands fleuves de l'Europe centrale, toujours sous l'impression dominante des mêmes intérêts, mais en admettant, comme auparavant, l'institution de commissions internationales mixtes pour fiscaliser l'exploitation des transports, ou l'entreprise de nouveaux travaux.

La Conférence des Communications et Transit de Barcelone, réunie en 1921 sous les auspices de la Ligue des Nations pour améliorer ce régime, a toujours envisagé les intérêts de la navigation, mais avec une tendance manifeste à étudier et établir la liberté de transit pour tous les pavillons.

II

Les autres usages des eaux, même quand elles sont internationales, n'ont pas fait l'objet de conventions générales, et cela même dans le cas où ces eaux proviennent de rivières nationales non navigables ni flottables.

Lorsque ces rivières ne constituent pas une frontière, qu'un même Etat empiète sur leurs deux versants et que leurs eaux ne peuvent servir que pour les usages domestiques, pour des applications industrielles, pour l'irrigation, ou encore, pour créer des chutes, elles tombent dans le domaine national. Il est indiscutable que le propriétaire du pré supérieur peut librement se servir des eaux qui le parcourent; mais, ainsi qu'en droit commun il existe des restrictions sur le domaine absolu en faveur du pré inférieur, dans le cas des rivières internationales, navigables dans une partie quelconque du cours inférieur, les traités établis ont créé des obligations que doivent respecter les Etats qui occupent les bassins hydrographiques supérieurs, soit par des dispositions nettement stipulées, soit par celles qui résultent de la définition même du fleuve navigable.

S'il en était autrement, les Etats riverains, dans les sections navigables qui déterminent une frontière commune, n'auraient pas l'obligation de recevoir les eaux qui produisent des inondations, plus ou moins dangereuses, et constituent des entraves de toute espèce pour la navigation prévue par les traités. Ils ne devraient pas subir les dommages produits sans donner lieu à des indemnités de la part des Etats établis dans ces bassins: ce sont leurs eaux qui emmènent périodiquement ces perturbations dans le régime des eaux internationales utilisées par la navigation commune.

Il s'établit, de la sorte, dans les grands systèmes hydrographiques que plusieurs Etats couvrent à la fois, un véritable domaine commun, sinon de souveraineté absolue, du moins d'association d'intérêts. Le tracé des frontières n'a pas suffit: la navigation fluviale, répandue bien avant

l'événement des chemins de fer, imposât des conventions appropriées, perfectionnées plus tard, mais qui n'ont pas compris tous les usages et jouissances possibles des eaux courantes.

Dans les pays humides les eaux à capter pour satisfaire les usages domestiques ou l'industrie, ne peuvent pas provoquer de graves malentendus. Chez eux, ce sont les régularisations en vue d'éviter les inondations qui présentent un intérêt primordial, dès le moment que la densité de la population et les multiples exigences qu'elle entraîne, réclament une amélioration sérieuse.

L'emploi industriel des forces hydrauliques est moderne, bien que les moulins du moyen âge se servissent des anciennes roues installées au long des cours d'eau pour remplacer avec avantage l'action du vent. Mais pour l'industrie moderne la régularisation du régime des eaux courantes prend une importance prépondérante, pour augmenter le rendement des coûteuses usines indispensables et faciliter l'amortissement des capitaux engagés.

Ces nouveaux usages des eaux que la population croissante impose, indépendamment de la navigation, demandent ainsi de nouvelles conventions, tout autres que celles qui n'envisageaient que les exigences de celle-ci et que les Etats modifiaient, soit par l'extension du réseau, soit par le perfectionnement des installations, soit par des simples réformes administratives de l'exploitation.

III

Les vieux pays, de dense population, doivent utiliser toutes les ressources du sol. Les études techniques de tout genre, les investigations scientifiques et professionnelles, les relevés topographiques, l'étude hydrographique de tous les bassins, etc. se multiplient sans aucune restriction. L'administration comprend son rôle: les publications mettent à la disposition du public le travail réalisé. L'initiative privée en prend sa part et les capitaux se rassemblent pour créer de nouvelles entreprises qui contribuent au progrès général du pays.

Ces États connaissent, en détail, les ressources de leurs voisins: les plans complets, même côtés, ne sont pas un mystère international. Les fleuves et rivières sont étudiés à fond. Chaque nation cherche à devancer les autres, à publier les résultats de ses études et à les distribuer dans le monde entier. Le public en fait les frais mais en reçoit les bénéfices: c'est l'œuvre d'encouragement officiel bien compris.

Lorsqu'un bassin hydrographique est occupé par plusieurs États à la fois, sans parcourir les lieux, on trouve tous les éléments nécessaires pour une étude quelconque dans tous les bureaux administratifs, souvent même dans le commerce. La défense nationale exige la réserve de quelques documents, mais non pas de ceux qui font connaître les ressources et richesses du pays. Le technicien a sous la main toute une documentation, suffisante, presque toujours, pour concevoir ses solutions, formuler ses avant-projets et pouvoir, ainsi, offrir les bases essentielles des accords internationaux qui permettront, plus tard, l'exécution des travaux pouvant, à la fois, affecter plusieurs États voisins.

Les surprises sont alors impossibles. La technique a cherché dans la science la meilleure des supersouverainetés possibles. Quand elle s'est prononcée, la diplomatie trouve toujours une formule d'harmonie, ce qui est le but de ses fonctions. Si les difficultés surviennent c'est parce que la science n'a pas pris sa place, toujours délogée par d'autres intérêts de moindre importance réelle.

Par contre, dans les pays peu peuplés, sans grandes exigences à satisfaire, qui souffrent du mal de leur extension démesurée et de l'existence d'énormes territoires pratiquement inconnus, où la technique n'a pas encore pénétré, les circonstances sont tout autres. C'est le cas de l'intérieur éloigné, des traversées incultes et désertes, des hauts plateaux et bassins hydrographiques, couverts de richesses latentes mais où la population ne s'est pas établie pour en faire l'exploitation, parce que le technicien, qui est le précurseur qu'on oublie bien souvent, ne s'en est pas préoccupé.

L'inconnu éveille toujours des soupçons. Les réserves internationales se justifient alors, quand il s'agit de questions ayant trait aux frontières. L'étude technique préalable seule peut les faire disparaître. L'accord et la solution amiable viennent ensuite, sans difficultés ni discussions pénibles, car les avantages de l'entente sont pour tous. Les rancunes traditionelles peuvent retarder les conventions; mais la connaissance complète du problème posé finit par triompher. L'ouverture d'un tunnel international, le choix du meilleur tracé pour un chemin de fer vers la frontière, les travaux pour régulariser le régime des eaux d'un fleuve et éviter ses inondations, ou améliorer la navigation, ou développer des forces hydrauliques avec plus d'intensité, etc. offrent des exemples qui ont donné lieu à de nombreux traités, arrêtés dans le courant des dernières années, non pas pour vérifier des études qui existaient déjà, presque toujours, mais bien pour exécuter les travaux signalés comme étant nécessaires, ou tout au moins intéressants.

L'énumération en est inutile: il n'existe pour ainsi dire pas de frontière qui n'en ait provoqué. La Suède et la Norvège, la Suisse avec l'Allemagne ou l'Italie, l'Allemagne et le Luxembourg, l'Espagne avec la France et le Portugal, sont des exemples d'hier. L'équité et la justice dominent; les compensations réciproques s'établissent souvent; quand les situations d'exploitation ne peuvent s'égaler, l'équilibre se rétablit par la remise d'indemnités en effectif. Mais les resources naturelles s'utilisent au maximum, cherchant leur distribution équitative. Les exigences des populations croissantes et des industries qui doivent les satisfaire suppriment bien des distances: les accords s'imposent ainsi par des raisons de suprême convenance commune.

IV

Pour les pays nouveaux, si le problème technique est identique, sa solution politique ne l'est pas. La séance de l'Institut de Droit International, corporation purement scientifique tenue à Madrid en 1911, s'est occupée de l'exploitation des fleuves qui séparent ou traversent deux ou plusieurs États et a établi «qu'aucun pays riverain ne peut

employer le courant sans le consentement du voisin». Dans aucune des séances tenues depuis sa fondation en 1873, cet Institut ne s'est préoccupé des dispositions prévoyant de simples études dans les États limitrophes, études toujours antérieures à l'exécution des travaux.

En 1927, au cours de la Conférence Pan-américaine de la Havane, on proposa une formule juridique, toujours pour l'exécution des travaux, conçue en ces termes: «Le pays riverain d'un fleuve, ou autres eaux internationales, aura le droit d'utiliser ses forces, autant qu'il le fera sans causer de dommages à son voisin qu'il ne privera pas d'un droit identique, sauf s'il ne s'oblige à payer une indemnité. L'État voisin peut s'opposer à l'exécution de ce droit mais en justifiant son attitude. Un tribunal arbitral interviendrait dans le cas de manque d'entente directe.»

La commission de Droit International de l'Assemblée fit remarquer que la Conférence n'était pas facultée pour résoudre, sous forme de convention obligatoire, une question aussi délicate; et ne pouvait donc pas accepter une solution improvisée, susceptible d'entraver de respectables intérêts d'ordre économique. L'exécution de travaux peut produire d'irréparables dégâts que les indemnités n'arrivent pas à couvrir. La proposition n'eut pas de succès.

Ces antécédents permettent de formuler une question préalable et de trouver une solution qui n'affecte pas les États riverains, mais bien au contraire, facilite la forme de satisfaire tous les intérêts en jeu. C'est une formule de simple étude préliminaire, vérifiée par des commissions techniques mixtes, désignées par les États que le problème intéresse, qui se limitent à relever les lieux et à établir les faits, pour permettre les avant-projets, ou simplement signaler les solutions qui puissent servir comme point de départ d'une action diplomatique directe au moment voulu.

Bien avant la guerre, il existait un désir d'entente entre de plus ou moins nombreux Etats, qui cherchaient par là, des solutions d'ensemble à plusieurs questions d'intérêt commun. Des organisations purement théoriques, sous différentes formes et dénominations, congrès, commissions, conventions, instituts et conférences, contribuaient à établir des sentiments de confraternité internationale.

La guerre vint ensuite augmenter ce besoin. La Ligue des Nations cherche à développer ce sentiment d'harmonie et de solidarité, dans le but principal d'éviter de nouvelles difficultés et de résoudre les conflits pouvant survenir au moyen de solutions diplomatiques et juridiques, avant l'emploi de formules coercitives plus graves.

Dans le cas présent il n'existe pas de conflit, même apparent; il n'y a qu'un désir de pouvoir, au moment voulu, étudier à l'amiable quelques questions qui affectent des intérêts communs à deux ou plusieurs États voisins, et dont la solution, pour une raison ou l'autre, est plus pressante pour l'un que pour l'autre qu'il doit pouvoir examiner sans opposition. La dépendance mutuelle pour le progrès des nations, envisagée spécialement sous l'aspect économique, découvre de grands problèmes à résoudre et des exigences nouvelles à remplir, en dehors de l'aspect purement politique qui éloigne ces nations les unes des autres.

La Conférence Mondiale de l'Énergie se bornerait à faire une déclaration scientifique, théorique et impartiale, qui ne représente aucune nouveauté d'ordre technique. Mais elle permettrait au Conseil Exécutif International de la soumettre à l'étude de l'Institut International mieux indiqué, pour lui faire obtenir le caractère juridique obligatoire nécessaire, afin qu'elle puisse produire des bénéfices réels aux pays peu peuplés, ou la simple idée d'une étude d'intérêt international soulève des préoccupations sans fondement sérieux, quand on envisage simplement le désir de connaître les richesses et ressources naturelles disponibles, ou utilisables plus tard, alors que l'entente préalable pour l'exécution des travaux jugés indispensables, ferait l'objet de traités internationaux.

V

Depuis la guerre, un esprit nouveau anime tous les peuples du monde. Si la Ligue des Nations cherche à l'interpréter et multiplier les réunions et conférences pour trouver une entente dans les nouveaux incidents qui surviennent, il faut admettre qu'il sera facile de résoudre une question comme celle que nous proposons, bien plus intéressante pour l'Amérique du Sud que pour l'Europe, en raison de l'isolement, bien entendu relatif, dans lequel se développent les divers pays, faute des populations et des activités qui n'ont pu encore mettre à profit l'intensité des ressources disponibles.

Le rapprochement des nations est une exigence d'ordre économique pour le monde entier. Il n'est réalisable que par une connaissance réciproque intime. Les propres richesses ne se perdent pas si les voisins les connaissent. Pour les mettre en valeur, il faut l'action d'ensemble et en parfaite harmonie: il faut savoir étendre la vue au delà des frontières administratives purement conventionnelles.

Sous les auspices de cet idéal de solidarité, nous pouvons espérer une décision favorable et l'acceptation de notre voeu: ses conséquences d'ordre pratique seront spécialement appréciées par tous les pays de l'Amérique Latine. C'est ainsi, qu'en résumant notre pensée, nous puissions écrire:

La Seconde Conférence Mondiale de l'Énergie formule la suivante

déclaration.

Par esprit de solidarité scientifique, base fondamentale pour harmoniser les intérêts politiques et permettre de soumettre à des formules précises les meilleurs sentiments de confraternité internationale, la Seconde Conférence verrait avec satisfaction que, sur la demande d'une nation quelconque, ses voisins admettent sans objections, la désignation de commissions techniques internationales mixtes, pour l'étude du profit intégral des fleuves et rivières dont les eaux peuvent être utilisées en commun, étendant ainsi l'interprétation du courant d'intérêt international précisé par la Conférence des Communications et Transit, tenue à Barcelone en 1921, qui envisageait l'emploi de ces eaux simplement pour la navigation et comprenant par contre, tout son cours et son bassin hydrographique, si celà résultait nécessaire, pour l'étude de toutes les applications des eaux.

Ceci posé, elle *recommande* que le Conseil Exécutif de la Conférence Mondiale de l'Energie soumette ce voeu à la considération de la première Conférence Internationale de Droit Public qui se réunira prochainement, afin d'obtenir une conclusion qui protège cette légitime aspiration des pays encore peu peuplés.

Summary

As in the case of the mean water level, the "thalweg" line postulates common use of the river waters for purposes of navigation.

For years past, rules for its development have been fixed by several international treaties, including the establishment of mixed committees empowered to apply them. As regards the other uses to which water may be put, no analogous conventions have been drawn up. Even when the water of hydrographical watersheds is the property of the State wherein they lie, ownership is subject to the fulfillment of certain obligations if the lower reaches of the river are suitable for navigation, since, were this not so, the lower-lying parts of the valley would be compelled to suffer damage due to periodical floods without the right to indemnification.

In countries possessing a considerable rainfall, the water employed for domestic and industrial purposes does not involve any problems of a serious nature. On the other hand, it is of greater importance, when used for producing motive power. This necessitates the establishment of a permanent hydrographic service if the utilisation of water for industrial purposes is to develop along efficient and economical lines.

Older countries with a dense population and properly utilised natural resources are already possessed of a complete knowledge with regard to their upper watersheds. The publication and circulation of reports in this connection is of great use not only in technical but economic circles also.

It is possible to draw up draft-schemes of a preliminary character and by discussing them to carry out the final scheme on a mutually satisfactory and well precedented basis. Thus equitable agreements can be reached between interested states.

The case is different in new countries, where the solution of technical problems is not regarded with the same importance and where any attempt at investigation is treated with suspicion, in view of the ill-feeling it might provoke between neighbouring states.

In certain international conferences, an endeavour has been made to establish bases of reciprocal understanding, dealing directly with the construction of works, without attributing any importance whatever to preliminary surveys, unnecessary in highly prosperous countries, but indispensable in undeveloped ones, as is the case with most countries of Latin America.

In formulating a declaration concerning the principle recognizing the necessity of dealing with this problem, which is of paramount importance to such states, and of maintaining good relations for the purpose of carrying out investigations and surveys of mutual interest and benefit, the Conference is urged to submit to the first International Conference on Public Law, which is to meet shortly, its views on the subject in order to obtain a settlement of this very important question in sparsely populated countries.

Spanien

Eine neue Organisation zur integralen Wassernutzung eines Flußgebietes

Confederaciones Sindicales Hidrograficas de España

M. Lorenzo Pardo

Mit der Abfassung eines Auszuges der verschiedenen Berichte beschäftigt, die gelegentlich der Weltkraftkonferenz in Barcelona vorgelegt wurden, reichte ich als Berichterstatter der Abteilung C (wirtschaftliche und finanzielle Probleme) einige Schlußfolgerungen ein, von welchen die ersten und wesentlichsten eine günstige Aufnahme fanden.

Nicht minder verdienten es die übrigen, welche Gegenstand einer sehr ausführlichen und längeren Erörterung wurden, obgleich ihre Wichtigkeit im Verhältnis zu den ersteren eine bedeutend kleinere war.

Ich hätte demnach nicht daran gedacht, auf irgendeiner der Ansichten in der damals behandelten Frage zu beharren, wenn die Zweite Weltkraftkonferenz dieses Thema in ihren Anregungen nicht besonders bezeichnet hätte.

Es heißt dort, daß es wünschenswert wäre, wenn einige Berichte über neue Organisationsmethoden eingereicht würden, welche den Zweck haben, darzustellen, wie durch eine finanzielle Vereinigung und mit einem ihr verbundenen Betriebe die besten Konstruktions- und Nutzungsbedingungen zu erreichen sind. Es wird besonders auf den möglichen Einfluß hingewiesen, welchen die Gesetzgebung und die Politik eines Staates, sei es mittels einer Steuer oder eines Beitrages, hier ausüben kann, und es wird gewünscht, die in den letzten Jahren diesbezüglich gemachten Erfahrungen bekanntzugeben.

Deutlich wird auf die von den syndikalen hydrographischen spanischen Genossenschaften gemachten Erfahrungen hingewiesen und besonders auf die des Ebro, die größte und wichtigste des ganzen Landes; wir würden einer solchen Einladung schlecht entsprochen haben, wenn wir eine Aufzeichnung abgelehnt hätten, welche die in der erwähnten Versammlung in Barcelona gegebenen Berichte erweitern und zusammenfassen soll.

Zu diesem Zwecke wollen wir die damals angenommenen Beschlüsse in Erinnerung bringen:

1. Auch in den Ländern, in welchen die Anwendung des elektrischen Stromes am verbreitesten ist, bietet sich noch ein weites Feld für die Erzeugung elektrischer Kraft.

2. Die Landwirtschaft, welche gegenwärtig nur wenig elektrischen Strom verbraucht, bietet zum allgemeinen Nutzen größere Anwendungsmöglichkeiten sowohl in den halb steppenartigen und wenig bevölkerten Ländern, wo große Umgestaltungsarbeiten unerläßlich sind, als auch in den übrigen Ländern, in welchen neue, sehr interessante Anwendungsmöglichkeiten bezeichnet werden.

3. Dort, wo die Bewässerungsfrage von unumgänglicher wirtschaftlicher Wichtigkeit ist, muß das zur Verfügung stehende Wasser in erster Linie der Bewässerung dienen, denn das größte Interesse liegt in der landwirtschaftlichen Nutzung desselben, da dafür ein Ersatz nicht gegeben ist.

4. Betreffs der landwirtschaftlichen Nutzung oder Bewässerung wird anerkannt, daß die Hilfe des Staates gerecht und notwendig ist, da derselbe der hauptsächlichste und sicherste Teilhaber am Gewinne ist.

Es wird folglich anerkannt: Die Ausdehnung der jetzigen Absatzgebiete und ihre schwierige allgemeine Übersättigung; die Möglichkeit, dieselben zu erweitern durch die Anwendung der Elektrizität in den zur Umgestaltung der Landwirtschaft notwendigen Arbeiten; das Vorzugsrecht der Wassernutzung zur Bewässerung und die Notwendigkeit sowie Billigkeit der staatlichen Mitarbeit.

Dies waren, wie wir schon erwähnten, die wesentlichsten Folgerungen der Berichterstattung.

Folgende Schlußanträge wurden zwar in der Vollversammlung besprochen, jedoch abgelehnt:

a. Die Mitarbeit der verschiedenen Nutznießer ist vorteilhaft und in vielen Fällen entscheidend. Diese muß im Verhältnis zu den erhaltenen Vorteilen stehen.

b. Sollte diese Mitarbeit nicht freiwillig geleistet werden, wäre es angebracht, dieselbe durch eine geeignete Gesetzgebung zu erzielen.

Diese Schlußfolgerungen, deren Wiederholung sich jedenfalls in den orientierenden Normen des Organisationskomitees der Zweiten Weltkraftkonferenz begründet, stehen, wie wir schon sagten, in zweiter Linie, dieselben können jedoch entscheidend sein, was die Tatsache beweist, daß der außer Frage stehende, bereits erreichte Erfolg ihrer Anwendung zu verdanken ist, wie ebenso der ohne Zweifel größere, welchen die wirtschaftlichen und finanziellen Körperschaften versprechen, die Gegenstand dieser Aufzeichnung sind.

Beide Schlußfolgerungen können in einer einzigen enthalten sein, wenn wir den Regierungen der verschiedenen Länder die Sorge überlassen, über das bessere Verfahren zu entscheiden:

„Bei der Ausführung von Arbeiten, die allgemeinen Interessen und verschiedenen Verwendungsarten dienen sollen, wie es im allgemeinen die Regulierungsarbeiten eines Flusses sind, ist die Mitarbeit aller derjenigen, die aus diesen Arbeiten Vorteile ziehen, angebracht und manchmal sogar wirtschaftlich unentbehrlich."

Diese Normen für eine gerechte Mitwirkung, welch letztere der höheren Wichtigkeit der landwirtschaftlichen Nutzung unterstellt ist, waren es, welche die Inangriffnahme einiger Werke ermöglichten, die zahlreiche Interessen im natürlichen Laufe der Flüsse umfassen, es sind dies die

Werke des Regulierungsbeckens bei Reinosa, des von Alloz im Salado, die im Noguera (Riegos y Fuerza del Ebro) und die im Rio Segre; es sind dieselben Normen, welche die Ausführung der bereits im Bau befindlichen großen Werke gestatteten, die zur Nutzung der großen Wassermengen der Pyrenäen für die aragonischen Ebenen bestimmt sind (Riegos del Alto Aragón), Normen, die uns ermöglichen, eine Kraftproduktion zu erzielen und den unteren Teil des Ebro für die Schiffahrt benützen zu können, und die zum Schluß die wirtschaftliche sowie reproduktive Ausführung aller unserer Projekte zulassen, die in unserem sehr ausgedehnten Programm enthalten sind. Dieses letztere bildet die Triebfeder der Arbeiten der Confederación del Ebro und dient als Präzedenzfall und Beispiel für die Entwicklung des Themas.

Von den übrigen Confederaciones, besonders jedoch von der des Guadalquivir, könnten wir dasselbe sagen; die bewässerten Landstriche dieser Confederación werden in der entscheidenden Jahreszeit über genügende Wassermengen auf Grund der Regulierungsarbeiten verfügen, und da der Boden wie das Klima sich dafür eignen, ist eine üppige Produktion gesichert. Dank dieser Arbeiten bleibt auch die Frage der elektrischen Energie und die der Flußschiffahrt geregelt. Auch im Gebiete der Confederación del Duero, wo die Bewässerung unerläßlich ist, kann diese verwirklicht werden und auf Grund seiner Regulierung im oberen Teil, ohne großen Schaden für die projektierten Betriebsgefälle im unteren Teil dieses internationalen Stromes.

Im folgenden beziehen wir uns in dieser Aufzeichnung ausschließlich auf das Flußgebiet des Ebro, welches genügend groß und mannigfaltig ist, um als Beispiel und Muster dienen zu können für einige der vorher angeführten sehr charakteristischen Werke.

Die Verschiedenheit der geographischen Bedingungen sowie die anderer bestimmender Gründe trägt zu einer Mannigfaltigkeit bei, die ihrerseits den Grund zur Verallgemeinerung bildet, sowohl in den anderen Tälern desselben Landes als in den Ländern ähnlicher Lage und ähnlicher Bedingungen, wie auch in denjenigen, in welchen häufige Regenfälle, wie im Zentrum und Norden Europas, die Notwendigkeit einer künstlichen Bewässerung ausschließen und so das Problem in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht vereinfachen.

Eine erste Prüfung läßt einen sehr bemerkbaren Unterschied zwischen den Werken erkennen, die nur eine lokale oder begrenzte Bestimmung haben, und denen mit ausgedehntem und verallgemeinertem Nutzen, wie z. B. die Regulierungsbauten im oberen Teile eines wichtigen Stromes, sowohl in bezug auf ihre Entwicklung sowie Wassermenge, als auch hinsichtlich der Größe der Interessen, welche ihre Nutzung zu schaffen erlaubt hat.

Wenn wir die Untersuchung fortsetzen, so finden wir, daß der Unterschied nicht so radikal ist und daß, was in Wirklichkeit in einem großen hydrographischen Flußgebiete geschieht, bei welchem es sich um eine integrale Nutzung seiner Hilfsquellen handelt, der nützliche Einfluß der Regulierungsbauten zwischen sehr getrennten Grenzen sich bewegen kann.

Die des Nullpunktes ist eine mathematische Grenze; wie klein auch ihre Wichtigkeit sein möge, stets wird sie einen Einfluß auf das allgemeine nützliche Verhalten für das öffentliche Interesse haben.

Es ergibt sich daher, daß die öffentliche Mitwirkung im doppelten Sinne gerechtfertigt ist. Durch die Vermehrung des örtlich geschaffenen, steuerpflichtigen Wohlstandes und durch die Erweiterung des geschaffenen oder zu schaffenden im restlichen Laufe des regulierten Flusses.

Der erste Fall bezieht sich auf die wirtschaftlichen Entwicklungsnormen eines jeden Landes und gehört nicht in den Rahmen unserer Darlegung, der zweite Fall jedoch gehört voll und ganz zu unserem Thema.

Wie wir schon sagten ist auf jeden Fall die Mitwirkung des öffentlichen Interesses gerechtfertigt, wie es bereits durch die gebilligten Beschlüsse in Barcelona zugestanden wurde. Sie ist um so gerechtfertigter, je größer das Verhältnis ist, mit welchem das allgemeine, private und lokale Interesse daran beteiligt ist.

Da es andererseits sehr häufig und fast allgemein der Fall ist, daß, selbst wenn der Einheitspreis ein geringerer ist — er pflegt sich mit dem Volumen der Stauanlagen zu verringern —, die Gesamtkosten der Regulierungsbauten mit der Bedeutung des Programms steigen, und die teuersten die sind, welche dem öffentlichen Interesse unterworfen sind, so ist es augenscheinlich, daß die wirtschaftliche Mitwirkung des öffentlichen Interesses schnell zunehmen muß. Es kann der Fall eintreten, daß eine Wirtschaftlichkeit in der lokalen Wassernutzung weder existiert noch die Möglichkeit dazu gegeben ist, und trotzdem die Errichtung einer Reserve, die kostspielige Bauten erfordert, angebracht ist, und die gerechterweise allein zu Lasten des allgemeinen Wohls gebucht werden können. Dies ist z. B. der Fall der Hyperstauanlage des Ebro bei Reinosa, die zu Regulierungszwecken während der Trockenzeit des Sommers dienen soll.

Das allgemeine Interesse kann sich auf zweierlei Art betätigen. Entweder durch die freiwillige Übernahme der Lasten seitens der direkt Begünstigten in einer gerechten Verteilung der Baukosten oder durch die direkte Intervention der Staatskasse.

Im ersten Augenblick scheint es, daß das Resultat, insofern es sich auf die Schaffung wirtschaftlicher Möglichkeiten für die Ausführung der Bauten bezieht, das gleiche sein muß, vor allem, wenn die Staatskasse, die in jeder gut geleiteten politischen Organisation mit dem geeigneten Instrument einer wachsamen Verwaltung rechnet, sich mit der gerechten Verteilung der Gesamtkosten unter den Nutznießern befaßt; in Wirklichkeit jedoch ist es nicht so. Der Staat kann sich nicht nur darauf beschränken, die Verteilung der Kosten zu unternehmen, sondern er muß einen Teil dieser Kosten selbst übernehmen, da er sich als ein Teilhaber mehr betrachten muß, und zwar als größten und sichersten, gemäß Beschluß 4a in Barcelona.

Die Vorteile, welche jede lokale Nutzungsanlage erhält, entfalten sich automatisch im Augenblicke ihrer Wahrnehmung. Selbst wenn die Steuernormen des Landes einen zeitweiligen Steuererlaß als Unterstützung erlauben oder verordnen, allerdings ein wenig häufiger Fall bei industriellen Nutzungsanlagen, kommt der Augenblick, in welchem die

neue Produktion direkt wie die übrige und älteste zu den Steuern beiträgt. Der Teil des Nutzens, der dem Staate gehört, d. h. der in dieser Hinsicht steuerpflichtige Vermögenszuwachs, kann schon von vornherein mit genügender Annäherung berechnet werden, und in dem konkreten Fall, auf den wir Bezug nehmen, wurde dieser in einem Verhältnis angegeben, dessen Ziffer das Resultat einer schon alten Erfahrung ist, in welcher das freie Spiel der sozialen und wirtschaftlichen Faktoren, welche in diesen komplizierten Problemen intervenieren, mehr Einfluß gehabt haben als die Berechnungen und die Statistiken der besten Sachverständigen.

Für den Staat bleibt die reichliche, indirekte Steuer, veranlaßt durch den Umlauf des geschaffenen Wohlstandes, seine periodische Übertragung, seine Intervention in neuen Entwicklungen und Anwendungen. Der Betrag dieser indirekten Steuer ist gemäß der üblichen fiskalischen Praxis bedeutend höher, als es durch direkte territoriale und industrielle Steuer erreicht werden kann. So z. B. ist es in Spanien üblich, und verschiedene Fälle bei Bauten in der iberischen Zone bestätigen dies, daß das jährliche Produkt dieser Steuerbeträge für den Staat die Gesamtkosten des Unternehmens, auf Grund dessen eine Umgestaltung im landwirtschaftlichen Sinne erzielt wurde, nicht nur deckt, sondern überschreitet. In den geläufigen Fällen der industriellen Nutzung ist der Vorteil für den Staat geringer.

Wenn wir nun von diesem indirekten Vorteil, den wir einen außergewöhnlichen nennen wollen, absehen, der jedoch genügt, um die wichtige Mitwirkung des Staates zu rechtfertigen, und uns nur auf die Mitwirkung, die der direkten Steuer entspricht, beschränken, bleibt, gemäß der angeführten Teilnehmerformel, eine vorherrschende, die den unmittelbar Begünstigten zusteht, d. h. den Besitzern, die vorher im Sommer mit keinem oder nur wenig Wasser rechnen konnten, und deren Wasserversorgung jetzt für ihren landwirtschaftlichen Betrieb gesichert ist; den Betriebsgefällen mit unregelmäßiger Wassermenge, deren Produktion sich vergrößert und verbessert; den Ortschaften, die durch die Versorgung mit Wasser in hygienischer Hinsicht gewinnen usw.

Die Verteilung kann bei Beendigung der Arbeiten auf Grund fester Zahlen gemacht werden, und die Beträge, die auf jeden entfallen, können in Form von Jahresraten zur Tilgung der Schuld vergütet werden, wenn diese mit einem Unternehmen eingegangen ist, das über einen weiten und dauerhaften Kredit verfügt, wie es der Fall der spanischen Confederaciones ist.

Damit ist jedoch die Verteilungsfrage noch nicht beendet, denn die Regulierung, die zu gleicher Zeit die Produktion in den schon bestehenden Anlagen vermehrt und verbessert, schafft wirtschaftliche Möglichkeiten, die vorher nicht existierten oder die vorher wohl ersichtlich doch schwieriger durchzuführen waren.

Diese Schwierigkeit muß logischerweise wachsen, denn die prosperierenden Unternehmen, seien sie landwirtschaftlicher oder industrieller Natur, wurden zuerst in Angriff genommen, doch bleiben andere, die sich nur mühsam fristen, die teuer und die nur mit wachsender Unterstützung und größeren Erleichterungen vorwärtskommen können.

Ist einmal die erste Kostenverteilung unter den jetzigen Begünstigten, unter ihnen der Staat, verwirklicht, bleibt die Möglichkeit bestehen, daß durch die Errichtung neuer Unternehmen die Ziffer, welche auf jeden entfällt, vermindert wird. Die einheitliche Mitwirkung, das, was wir hier Verbesserungs-*Kanon* nennen, kann und muß sich vermindern, sobald die Zahl der Nutznießer und das Verhältnis der Nutzung sich vermehrt, und dies aus zweifachem Grunde: durch eine größere Verteilung und durch ein geringeres Verhältnis. Jeder neue Nutznießer stellt einen neuen Mitarbeiter dar, dessen Erscheinen erwünscht und nicht gefürchtet ist, wie es allgemein der Fall wäre, wenn es sich um einen Konkurrenten handeln würde, der dazukommt, um mit geringen oder gar keinen Kosten Vorteile zu erhalten von einem Werke, das mit den Hilfsmitteln anderer errichtet wurde, seien diese nun privater oder öffentlicher Natur.

Es ist daher nur eine gerechte und zu gleicher Zeit anregende Formel für die ausgedehnteste Nutzung des Wassers. Das Interesse ist groß in einem Lande, in welchem das Wasser nicht reichlich vorhanden ist, denn das Wasser ist die Quelle des Reichtums und selbst die der Rettung. Praktisch ist sein enormer wirtschaftlicher Wert und sein weitgreifender politischer und sozialer Einfluß bewiesen worden.

Wenn mit der Verteilung ein autonomes Unternehmen betraut ist, in welchem alle Interessen, einschließlich die des Staates, vertreten sind, und welches mit dem Schutz und der Garantie des Staates rechnet, so ist diese Garantie eine komplette. Alle Teilnehmer wissen, daß von ihren Opfern — welche die Einteilung zu geringen, ja mitunter zu sehr geringen macht — niemand gratis Vorteile erzielen wird, vor allem niemals ein begünstigter Konkurrent. Auf diese Weise bleibt das Feld für neue Nutznießer offen.

Die ausgedehnte unmittelbare Mitarbeit, die an und für sich die Basis des Nutzens und in vielen Fällen genügende und bestimmende Ursache eines Werkes ist, erweitert sich auf diese Weise, dehnt sich im Laufe der Zeit aus und schafft eine neue und größere Garantie. Und in der Tat! Wenn nur die Werke entworfen und ausgeführt werden, die den gegenwärtigen Interessen einen genügenden Gewinn abwerfen, ist es augenscheinlich, daß die Errichtung neuer Werke die Grenzen der Zweckmäßigkeit erweitern muß.

Von dieser Art sind alle Werke, die in dem als Beispiel angeführten, ausgedehnten Plan der Confederación del Ebro eingeschlossen sind. Bei jedem dieser Werke war Grundbedingung die Verpflichtung seitens der Interessenten, daß als gebotene Garantie ein gewisser und genügender Ertrag angesehen wird. Zuerst diese enge Zusammenarbeit und später die Zeit, wenn eine größere Verbreitung und eine ausgedehntere Basis der Verteilung erreicht worden ist, werden die Vorteile resp. den Nutzen vergrößern.

Wir können diesen Gedankengang in zwei charakteristischen Beispielen festlegen: die Talsperre des Ebro bei Reinosa und die Verbesserung sowie Erweiterung der Bewässerungsanlagen von Urgel. Die erstere eröffnet den Weg einer integralen Nutzung des Ebro, die Bauten der zweiten erschöpfen bereits weitere Möglichkeiten einer kompletten Wassernutzung des Rio Segre, vor allem in landwirtschaftlicher Hinsicht.

Die Stauanlage des Ebro mit einer Leistungsfähigkeit von 450 Mill. m^3 hat den Zweck, eine Reserve von veränderlichem Vermögen zu schaffen, gemäß der pluviometrischen Charakteristik des Jahres, jedoch genügend, um ein konstantes Niederwasser in der mittleren Zone, die von größtem Interesse ist, zu unterhalten. Das Regime des Stromes längs seines ganzen Laufes wird in andere Bahnen gelenkt auf Grund der örtlichen Lage der Talsperre, die sich in nächster Nähe der Quelle des Ebro befindet, wodurch alle Arten seiner Wassernutzungen, die zahlreich und wichtig sind, berührt werden.

Unter diesen ist der Kanal Imperial von Aragonien, welcher 25000 ha Ackerland bewässert und dadurch das gedeihliche Bestehen einer dichten Bevölkerung und das der bevölkerten Stadt Saragossa gestattet. In industrieller Hinsicht bestehen höchst interessante Wassernutzungen wie die der „Hidroelétrica Ibérica“ (19000 PS), die „Electro Química“ in Flix (3320 PS) und die „Electro Metalúrgica“ in Sástago, doch keine dieser Anlagen wäre für sich selbst genügend gewesen, um die Errichtung einer Stauanlage zu rechtfertigen, die, wenn auch außergewöhnlich wirtschaftlich, die Mobilisierung baren Geldes und große Ausgaben in sozialer Hinsicht erfordert. Der Gewinn für den Staat, der, wie wir schon sagten, ein sehr großer ist, der jedoch erst später zur Geltung kommt, hätte das Interesse des Staates nicht in genügendem Grade angeregt, um die Konstruktion dieses Werkes anzuordnen, vor allem eine schnelle Konstruktion, wie es für die betreffenden Interessen notwendig gewesen wäre. Die Mitarbeit dieser Interessen, von der Regierung vorgeschlagen und von allen begeistert angenommen, machte leicht, was vorher unwahrscheinlich schien, denn man verstand, daß die Teilnahme, die sich auf eine Fläche von 100000 ha mit gesicherter Bewässerung erstrecken kann oder auf 50000 PS in verbesserter Lage durch den Zusammenhang einer angemessenen Bewirtschaftung und auf 150000 PS einer noch zu verwirklichenden Wassernutzung, vollständig zulässig und gewinnbringend ist.

Dieses Staubecken vervollständigt nur das, was bei den großen Konstruktionen zur Nutzung des Flusses nur angeregt wurde. Doch um dieses erhoffte Ziel zu erreichen, war die Mitarbeit aller bereits geschaffenen Interessen notwendig, eine ausgedehnte Übereinstimmung, die nicht die Verallgemeinerung der Vorteile ausschließt.

So ungefähr war es auch in der Urgel-Landschaft bezüglich der Wassernutzung des Rio Segre. Wie im vorhergehenden Falle bestanden Nutzungsanlagen, jedoch in ungenügender Weise ausgestattet oder einer unzweckmäßigen Bewirtschaftung unterworfen; einige veraltet, wie die des Urgel-Kanals, der das Wasser des Rio Segre auf eine fruchtbare Ebene von 69000 ha verteilt, andere modern, wie die sehr bedeutenden Betriebsgefälle von Talarn und Camarasa, die mit dem Wasser des Rio Noguera-Pallaresa, eines Nebenflusses des Segre, eine Kraft von 66000 und 42800 PS entwickeln. Jedoch die Unzulänglichkeit des Bewässerungskanals, vor allem die Wassermenge des Flusses während eines längere Zeit andauernden Niederwassers, läßt die Landwirtschaft, die allerdings ganz enorm fortgeschritten ist, nicht das produzieren, was der

Boden erlauben würde; was die hydraulischen Kraftanlagen betrifft, sind diese einem Betriebe unterworfen, der von den landwirtschaftlichen Interessen abhängig ist und daher auch nicht das produzieren kann, was die Bedeutung und Vollständigkeit ihrer Einrichtungen zu hoffen gestattete. Um die Produktion zu verbessern und zu erweitern, waren wichtige und unter sich verbundene Bauten eines schwierigen Entwurfes unerläßlich. Auch hier haben der Zusammenhang der Interessen und die Mitarbeit aller, angefangen beim Staate, der in diesem Falle nur geringen Anteil nahm, genügt, um eine Lösung von allgemeiner wirtschaftlicher Zweckmäßigkeit zu finden, die außerdem alle Ansichten versöhnt und die Rechte aller bestätigt und garantiert hat. Im Einverständnis mit dieser Formel wurde ein Plan entworfen, der schon in Ausführung begriffen ist; Teile desselben sind: die Konstruktion eines Ausgleichbeckens in San Lorenzo, dessen Leistungsfähigkeit, wenn auch gering, dem Betriebe der hydraulischen Kraftanlage von Samarasa eine ergiebige Elastizität erlaubt; vom Staubecken San Lorenzo zweigt ein Bewässerungs- oder Nebenkanal ab, der den dritten Teil der Zone des Urgel-Kanals absondert; ein höherer Kanal oder der von Sagarra und Garrigas erweitert die Zone und, um die Speisung der Zone des alten Kanals sichern zu können, sind verschiedene Stauanlagen projektiert, unter diesen zwei sehr bedeutende, die von Oliana und Clúa, die gleichzeitig ebenso viele Betriebsgefälle für wirtschaftliche Einrichtungen schaffen. Die erstgenannte Stauanlage von San Lorenzo befindet sich in sehr fortgeschrittener Konstruktion und nähert sich ihrer Fertigstellung, der erwähnte Nebenkanal befindet sich ebenfalls in Konstruktion, und der Rest ist einem Studium unterworfen. Auch hier beschränkt sich die Mitwirkung der einzelnen Interessen auf Grund einer mittleren und gerechten Verteilung nur auf sehr kleine Lasten, die, was die Landwirtschaft betrifft, nicht höher sind als diejenigen, die seinerzeit für ein einziges Werk ohne Garantie einer sicheren Speisung angenommen wurden.

Dasselbe könnten wir sagen, wenn wir uns auf das veränderliche Verhältnis beziehen wollten, in welchem jedes Werk zum allgemeinen Wohle beiträgt. In einigen von ihnen ist der lokale Vorteil ein so überwiegender und ein so genügender, um die Anlage zu rechtfertigen, daß jede Bedenklichkeit ausgeschlossen ist. Der untere Lauf des Ebro kann industriell sehr ausgenutzt und gleichzeitig der Flußschiffahrt dienstbar gemacht werden. Zum Schluß bestehen in der ausgedehnten Deltazone desselben äußerst ergiebige Landstriche, sehr für die Bewässerung geeignet, so daß man versichern kann, daß im ganzen Flußgebiet nicht eine Regulierungsanlage besteht, die nicht in fühlbarer Weise zum allgemeinen Wohle beiträgt, welches das Land von der gänzlichen Entwicklung eines so vollständigen und ausgedehnten Planes erwartet.

Die Mitarbeit der verschiedenen Interessenten in der Regulierung eines Flusses ist, wenn auch vielleicht die wichtigste, so doch nicht die einzige Erscheinung im Geiste einer Mitarbeit, wie sie die spanischen hydrographischen Genossenschaften bezwecken. Diese Ansicht führte zum Entwurfe von Einrichtungen öffentlichen Interesses, welche die

staatlichen Organe ohne die Beihilfe einer bürgerlichen Aktion, die hier als Triebfeder des eigenen Interesses sich regte, nicht verwirklichen könnten.

Mit dem Plane einer maximalen Wassernutzung entwickelt sich ein anderer zur Wiederherstellung der Forsten und zur Bepflanzung der Bergabhänge, Schluchten und Waldlichtungen, gleichzeitig wird die Vervollkommnung der Landwirtschaft und ihre Ausdehnung geplant sowie die Kolonisation wenig bevölkerter Gegenden, die Hinzuziehung der nationalen Auswanderer, zu deren gemeinsamer Arbeit, die das Land notwendig hat, die öffentliche Verwaltung beiträgt durch die Verbesserung und Ausdehnung der Verkehrsmittel und anderer Unternehmen eines öffentlichen Interesses.

Dieser Geist der Mitarbeit hat auch die Mitarbeit der Technik und die der alten öffentlichen, aus den Gelenken gegangenen Ämter gebracht, die aus diesem Grunde und innerer Zwistigkeiten wegen dem Lande nicht die verdienten Früchte bringen konnten. Ein meteorologisches Netz von großer Dichtigkeit in Verbindung mit einem dichten Netz für Wassermessung erlauben eine tiefe hydrographische Einsicht; die Hochwasser werden nicht nur, wie es bisher geschah, angezeigt, sondern längere Zeit vorher angekündigt, die Ernten verteidigt gegen die Schäden meteorologischer Zufälle. Ebenso wurden die Plagen und Geißeln, welche die landwirtschaftliche Bevölkerung während der Umwandlungsperiode heimsuchen, berücksichtigt und vermindert durch einen besonderen sanitären Dienst. Gleichzeitig wurden die juristischen wie fiskalischen Zustände aller Grundstücke sowie die ihrer Rechte verbessert und gesichert, und in sozialer Hinsicht wird das Land im Rahmen eines genossenschaftlichen Lebens organisiert.

Die Anwendung dieser Formel zur Regelung gemeinsamer Interessen und gemeinsamer Orientierung der Wünsche und Kräfte erfordert einen Zusammenhang von Umständen, welche einigen Flußgebieten Spaniens einen ausgeprägten eigentümlichen Charakter geben.

Aber selbst da, wo dieser Zusammenhang nicht im selben Verhältnis oder nur teilweise bestehen sollte, ist diese Formel anwendbar und gestattet Verbesserungen und Entwicklungen, die auf andere Weise unerreichbar wären. Es wird ein seltener Fall sein, wo die Regulierung eines großen Flusses nicht auf verschiedene oder unter sich ähnliche Interessen stößt; selbst in diesen Fällen kann die spontane Mitarbeit auf Grund eigenen Vorteils oder auf Grund gesetzlicher oder fiskalischer Verordnungen entscheidend für die Ausführung eines Werkes sein.

Unseres Erachtens ist dies die Folgerung, welche man auf Grund der im Laufe unserer Darlegung angeführten beiden Beispiele wie aus den schon erhaltenen und in nächster Zeit noch zu erwartenden Resultaten einer Organisation, die wir hier in großen Zügen beschrieben haben, ziehen kann.

Résumé

L'auteur rappelle les conclusions qui avaient déjà été admises au Congrès de Barcelone, concernant la possibilité d'étendre les débouchés de l'électricité, la priorité à accorder aux usages agricoles de l'eau, et la justification de l'intervention de l'état en ce qui concerne cette utilisation.

D'autres conclusions considèrent la nécessité de la collaboration de tous ceux qui ont intérêt à ce que des travaux, comme la régularisation d'un fleuve, soient exécutés.

Ce sont les prescriptions relatives à cette collaboration équitable qui président à des travaux exécutés sur les fleuves espagnols.

Les conditions dans lesquelles se trouvent les fleuves, sont essentiellement différentes. Les travaux exécutés sont plus ou moins efficaces. Leur coût étant d'autant plus élevé qu'ils sont plus favorables à l'utilité publique, les pouvoirs publics doivent intervenir d'autant plus pour en supporter les charges. L'état a un intérêt direct dans ces travaux, parce qu'ils augmentent la richesse imposable, et un intérêt indirect, parce qu'ils augmentent le bien-être et la circulation.

Toutes les classes de particuliers ou de sociétés qui profiteront des travaux devront intervenir pour une part proportionnelle au profit qu'ils en retirent.

L'auteur prévoit une collaboration, non seulement de ceux qui ont un intérêt immédiat à l'exécution de ces travaux, mais de ceux qui, dans le futur, pourront en profiter.

L'auteur montre l'application de ces principes aux travaux à exécuter aux fleuves espagnols, en particulier l'Ebre.

Les sociétés hydrographiques espagnoles ont en outre encore eu pour effet de créer des organismes d'intérêt public qui n'ont pu l'être que par l'aide d'une action privée.

On étudie non seulement la meilleure façon de tirer parti des ressources hydrauliques, mais le reboisement et d'autres problèmes.

Des services météorologiques, sanitaires et autres consacrent toute leur activité au service de l'agriculture.

L'auteur a grand espoir dans l'efficacité de la collaboration qu'il préconise.

Literatur

Das Staubecken des Ebro. — Angaben. — 283 Seiten, 15 Zeichnungen, 28 Photographien, 7 Pläne und 1 Plan in 3 Farben.

Das Staubecken des Ebro. — Technisches Studium. — 130 Seiten, 7 Pläne, 20 Zeichnungen und 5 Photographien.

Die Eroberung des Ebro. — 35 Seiten, 3 Zeichnungen und 1 Plan.

Der Ebro und Saragossa. — 43 Seiten, 9 Zeichnungen und 19 Photographien.

Sammlung der Veröffentlichungen der Konföderation

Inhaltsverzeichnis

I. Kgl. Verordnungen, bezüglich der Organisation der hydrographischen Genossenschaften; Verfügung, die hydrographische Genossenschaft im Flußgebiete des Ebro zu bilden. — 31 Seiten.

II. Konferenz des Herrn Manuel Lorenzo Pardo im kaufmännischen Klub in Saragossa. — 31 Seiten und 2 Zeichnungen.

III. Allgemeines Statut zur Errichtung der Versammlung. — 32 Seiten.

IV. Propagandabericht des Kommissions-Ausschusses. — 117 Seiten, 12 Photographien.

IVa. Aufzeichnungen, die neue Organisation betreffend, und allgemeiner Bau und Arbeitsplan (in deutscher Sprache). — 68 Seiten, 19 Photographien, 15 Zeichnungen und 1 Plan.

IVb. Une nouvelle organisation pour les travaux publics en Espagne. Les Confédérations syndicales hydrographiques. — 11 Seiten und 1 Plan.

V. Gesetzliche Verordnungen die hydrographischen Genossenschaften und sozialen Vereinigungen betreffend. — 12 Seiten.

VI. Allgemeiner Arbeitsplan und andere verschiedene Arbeiten. — 156 Seiten, 22 Photographien, 18 Zeichnungen und 1 Plan.

VII. Errichtung und Bericht über die Vollversammlung. — 96 Seiten.

VIII. Statut der Genossenschaft. — 76 Seiten.

IX. Zweiter Arbeitsplan und andere Arbeiten. — 168 Seiten.

X. Das Staubecken des Ebro. — Ausbietungsvorschlag. Fakultative und wirtschaftliche Bedingungen. — Bauplan. — 103 Seiten, 1 Zeichnung und 1 Plan.

XI. Zusammensetzung und Bericht über die zweite Zusammenkunft der Vollversammlung. — 86 Seiten.

XII. Protokoll über die Bewilligung der Wassernutzung. — 28 Seiten.

XIII. Organisation der mathematischen Statistik. — 39 Seiten und 9 Zeichnungen.

XIV. Anwendungs-Ausschuß. Landwirtschaftlicher Dienst. Bericht, Kanal Bardenas. — 71 Seiten, 9 Photographien und 1 Zeichnung.

XV. Organisations- und Betriebsplan für das Jahr 1928. — 356 Seiten, 6 Photographien, 14 Zeichnungen, 47 Pläne und 2 Skizzen.

XVI. Die Bewässerung des Urgel. — 140 Seiten.

XVII. Bericht über die dritte Vollversammlung. — 87 Seiten, 16 Photographien, 6 Zeichnungen, 1 Skizze.

XVIII. Resultat und Folgerungen des Wettbewerbes landwirtschaftlicher Maschinen in Tardienta. — 128 Seiten.

XIX. Enteignungen. — Instruktionen und Formular zur Einreichung der Gesuche, die sich auf Bauten zu Lasten der Genossenschaften beziehen. (Kgl. Verordnung vom 23. März 1928.) — 509 Seiten und 3 Pläne.

XX. Zusammensetzung und Bericht über die vierte Vollversammlung. — 92 Seiten.

XXI. Zweiter Arbeitsplan und verschiedene andere Arbeiten. — 375 Seiten, 8 Zeichnungen, 9 Pläne.

XXII. Zusammensetzung und Bericht über die fünfte Vollversammlung. — 92 Seiten.

XXIII. Sanitärer Dienst. — 155 Seiten, 60 Photographien, 6 Zeichnungen und 2 Pläne.

XXIV. Instruktionen für die Beobachter der pluviometrischen und termopluviometrischen Stationen. — 51 Seiten, 5 Photographien und 4 Zeichnungen.

XXV. Das Holz und die Holzkohle als Ersatz für Essenz. — 110 Seiten, 11 Photographien und 2 Zeichnungen.

XXVI. Das Staubecken von Las Torcas. — 105 Seiten, 26 Photographien, 8 Zeichnungen und 5 Pläne.

XXVII. Landwirtschaftliche Maschinenausstellung und landwirtschaftliches Sanitätswesen in Lérida. — 330 Seiten und 57 Photographien.

Sammlung der monatlich erscheinenden Zeitschriften der Genossenschaften

Confederación Sindical Hidrográfica del Ebro. Bis jetzt 31 Nummern; mittlere Seitenzahl (Text) und 30 Seiten mit Inseraten.

Confederación Sindical Hidrográfica del Guadalquivir.

Confederación Sindical Hidrográfica del Pirineo Oriental.

Confederación Sindical Hidrográfica del Duero.

Verschiedene Artikel in technischen und Finanzzeitschriften.

Tchécoslovaquie

Aperçu de l'activité qui résulte des Conférences Mondiales de l'Énergie, tenues à Bâle en 1926 et à Barcelone en 1929

(Problèmes légaux[1])

Comité Technique Tchécoslovaque

Prof. Dr. J. Černý

A la première Conférence de l'Énergie, tenue à Londres en 1924, on a établi les directives pour les travaux à exécuter dans la suite et émis le vœu que les Conférences devinssent l'organe médiateur pour l'échange des vues et informations ayant trait aux ressources naturelles de l'énergie, à sa transmission, à sa distribution et à son utilisation, ainsi qu'aux questions financières, économiques et juridiques qui s'y rattachent. Lors des discussions du Comité Exécutif de la Conférence Mondiale de Londres de 1925, on a envisagé les possibilités de créer un Bureau international permanent dont le but serait de recueillir diverses données et d'échanger, entre les différents pays, les informations reçues.

C'est de cette résolution que je suis parti pour continuer à la Conférence Mondiale de l'Énergie à Bâle en 1926 et pour y souligner l'importance de la coopération internationale dans le domaine de la législation sur le régime des eaux et de l'administration des eaux. Ayant traité de mes propositions, la Conférence a pris une résolution qui invitait les Comités Nationaux des États adhérents à se procurer des informations sur leurs législations respectives concernant le régime des eaux par rapport à l'utilisation de l'énergie hydraulique[2].

[1] Le présent rapport se base sur les ouvrages suivants de l'auteur:

1. Organisation scientifique de l'administration concernant le régime des eaux (Rome 1927).
2. Comment compléter la législation sur le régime des eaux aux points de vue technique et économique (1927) et son supplément (1929).
3. Disposal of sugar factory wastes (With introductory remarks on water legislation) (1927).
4. Anleitung, wie die Projekte zu Gesuchen um wasserrechtliche Bewilligung ausgestattet sein sollen (1929).
5. Projet de norme internationale pour les demandes en concession ou autorisation relatives au droit d'eau (Application de la normalisation dans l'administration des eaux) (Barcelone (1929).
6. Entwurf einer internationalen Norm für Gesuche um wasserrechtliche Bewilligung (Anwendung der Normalisierung in der Wasseradministrative) (Wien 1929).
7. Efforts tendant à obtenir une coopération internationale dans la législation sur le régime des eaux et dans l'administration des eaux (Tokio 1929).
8. Bestrebungen nach einer internationalen Mitarbeit in der Wassergesetzgebung und in der Wasseradministrative (Berlin 1930).
9. Über die Wassergesetzgebung und Wasseradministrative Spaniens (Wien 1930).
10. Wasserbücher (1930).

[2] Voici le texte de la résolution de la Conférence Mondiale de l'Énergie tenue à Bâle en 1926: «Comme *M. Černý*, Tchécoslovaquie, l'a fait remarquer, il serait intéressant, dans l'intérêt général de grouper des informations précises sur la législation en vigueur dans les différents pays en matière

La résolution démontrait le rapprochement toujours croissant des nations sur le champ du travail, du secours réciproque de tous les États et du commencement d'une grande œuvre dans le domaine de l'administration de l'État, œuvre à laquelle 47 Etats ont tendu la main. L'administration de l'État n'implique pas de concurrence qui a pénétré dans le commerce, l'industrie et les métiers, ainsi que dans l'agriculture, car le travail de l'administration publique n'a pas de valeur marchande. Toutefois, il est possible de l'apprécier indirectement pour se rendre compte des facilités ou des entraves qu'il apporte aux autres branches de l'activité économique, et, à l'administration de l'État en sa qualité d'exécutrice du pouvoir de l'État, on peut rapporter les règles qui sont appliquées dans d'autres administrations. C'est notamment dans ces derniers temps qu'on réclame de plus en plus, dans tous les États, la rationalisation non seulement dans le commerce, l'industrie, les métiers et l'agriculture mais aussi dans l'administration publique et, la culture technique ayant dominé l'humanité, c'est à elle de donner une direction aux normes juridiques. Les éminents hommes d'État ont, dans ces derniers temps, accentué le fait que la rationalisation de la vie économique n'aurait pas de succès si elle n'était pas accompagnée de la rationalisation dans l'administration publique. Et cette dernière doit se conformer à la culture et à la science actuelles et connaître et utiliser les acquisitions scientifiques et administratives faites dans le monde entier. Il est possible d'y remédier en obtenant une coopération internationale des techniciens spécialisés et l'échange réciproque des informations de ces derniers, et en publiant les résultats de cette coopération internationale. L'énumération de ce qu'on a fait dans les différents États ne peut être sans valeur et, à coup sûr, elle sera utile à ceux qui s'occupent aux mêmes problèmes dans d'autres États. Le premier pas vers la réforme ne peut nullement être fait en pratique avant de connaître tout ce que, de ce point de vue, ont fait les divers gouvernements. Celui qui mésestimerait le travail exécuté dans l'administration de l'État, qui quitterait les anciennes traditions et essayerait d'obtenir des solutions toutes nouvelles, agirait sans économie: il est plus utile de lier au travail des prédécesseurs, c'est-à-dire de prendre la route d'un développement progressant peu à peu. Ce faisant, il n'est pas sans intérêt ni valeur de connaître les méthodes des États étrangers. Cependant, il serait dangereux d'imiter les méthodes de l'étranger sans les analyser à fond; il faut procéder critiquement et avec réflexion pour trouver la manière d'améliorer et de perfectionner les méthodes existantes, d'éliminer les défauts et de se mettre d'accord avec l'étranger.

Je me permettrai de présenter un aperçu concis de ce que j'ai fait dans le sens de la résolution précitée de la Conférence Mondiale de l'Énergie, tenue à Bâle en septembre 1926.

Etant donné que la résolution en question correspond aux efforts

---

d'utilisation des forces hydrauliques. En conséquence, e Comité Exécutif décide de demander aux différents Comités Nationaux, par l'intermédiaire du Bureau Central de la Conférence Mondiale de l'Énergie à Londres, de présenter des rapports sur la législation en matière d'utilisation des forces hydrauliques actuellement en vigueur dans les différents pays.»

voulant obtenir l'économisation de l'administration de l'État qui, elle, fait objet des traitements des Congrès Internationaux de l'Organisation Scientifique du Travail, j'ai rapporté sur ces efforts d'abord au III^e Congrès International de l'Organisation Scientifique du Travail, tenu à Rome en septembre 1927, et j'y ai présenté mon travail intitulé «Organisation scientifique de l'administration concernant le régime des eaux». Le travail a eu un bon accueil et l'on m'a demandé de formuler une proposition relative à la façon d'organiser, dans ce domaine, la coopération internationale. Je n'ai pas présenté la proposition demandée jugeant qu'il serait plus utile si la coopération internationale était édifiée et organisée dans la plus grande fédération mondiale qui affilie 47 États et porte le nom de «Conférence Mondiale de l'Énergie». Ce nom ne rend peut-être pas bien la destination de la fédération internationale, ses buts étant plus grands, mais la Conférence susmentionnée a déjà réuni les plus éminents techniciens du monde même pour le travail qui résultait de la résolution précitée du Congrès de Bâle; du reste le titre est chose accessoire. Voilà pourquoi je ne veux faire valoir mes travaux que sur ce forum international. Voici par quoi j'ai contribué à cette action dans la suite:

A la Conférence Mondiale de l'Énergie, tenue à Barcelone en mai 1929, j'ai présenté le rapport sur le thème: «*Projet de norme internationale pour les demandes en concession ou autorisation relatives au droit d'eau* (Application de la normalisation dans l'administration des eaux)» qui a aussi paru en langue allemande dans la revue «Die Wasserwirtschaft», no. 26, Wien 1929, sous le titre «*Entwurf einer internationalen Norm für Gesuche um wasserrechtliche Bewilligung* (Anwendung der Normalisierung in der Wasseradministration)». Le rapport en question que l'on a fait figurer dans le groupe D (problèmes légaux), se basait sur 3 Annexes, à savoir mes ouvrages suivants: a. *Comment compléter la législation sur le régime des eaux aux points de vue technique et économique (1927) et son supplément (1929)*; b. *Disposal of sugar factory wastes (With introductory remarks on water legislation) (1927)*; c. *Anleitung, wie die Projekte zu Gesuchen um wasserrechtliche Bewilligung ausgestattet sein sollen (1929).*

Dans le rapport cité ci-dessus et présenté à la Conférence de Barcelone en 1929, j'ai traité la question «comment instruire les projets et demandes en concession ou autorisation relatives au droit d'eau». J'ai donné, en premier lieu, un aperçu des dispositions qui règlent la question ci-dessus dans les lois et décrets concernant le régime des eaux qui sont en vigueur dans la République tchécoslovaque, en Autriche, en Allemagne (Prusse, Saxe, Bavière, Bade, Wurtemberg), en Suisse, en France, en Italie, en Roumanie, en Pologne, en Angleterre, au Dominion du Canada, aux États-Unis et en Australie, et j'ai montré que toutes ces prescriptions appuient sur les mêmes bases de sorte qu'il est possible de résoudre ces problèmes uniformément du point de vue international. Mon projet, qui ne peut être étudié d'une manière suffisante que sur ses annexes, est un projet de norme internationale pour les demandes en concession ou autorisations relatives au droit d'eau et un exemple de l'application de la normalisation dans l'administration

des eaux. Mon projet qui est un ensemble d'expériences acquises par des travaux et par l'examen des décrets étrangers n'a pas la prétention d'ordonner et de prescrire, mais il veut donner des conseils, il veut épuiser la matière en conformité des principes scientifiques; il ne doit pas être rigide, mais il doit être susceptible de se développer et capable de vie.

Le rapporteur général du groupe D, le Dr. *José Gascón Marín,* professeur à l'Université de Madrid, a jugé très favorablement mon rapport et ses annexes et, à la fin, il a proposé d'ouvrir une enquête internationale qui permît de préciser les bases des normes générales que chaque État pût adopter et qui constituassent un point de départ aux lois à promulguer qui, naturellement, dussent comporter des modalités particulières, exigées par les conditions physiques et économiques des différents États. Une telle enquête et une telle base de l'unification des principes faciliteraient, d'après l'opinion du professeur Dr. *Gascón Marín,* la solution des problèmes multiples qui surgissent lors de l'utilisation des eaux et de l'énergie des rivières internationales et lors de l'échange de l'énergie entre les différents Etats, échange qui existe actuellement sans que les Etats parlent de cette situation, comme ce serait à désirer.

La Conférence mondiale à Barcelone ayant discuté mes propositions et celles du professeur Dr. *Gascón Marín* a énoncé ce qui suit dans le groupe D (problèmes légaux): «Que les propositions du Dr. *J. Černý* au sujet du règlement des concessions soient renvoyées au Bureau Central avec toutes ses annexes, et que le Bureau Central en saisisse les Comités Nationaux en leur demandant de lui envoyer leurs avis à ce sujet, afin de permettre une discussion plus fructueuse de la question à la session de l'année prochaine».

Le Comité de la Société des Nations pour l'exploitation de l'électricité avait proposé à Genève, déjà en 1926, de créer un centre international pour recueillir toute la documentation de ce domaine et pour se mettre en relations plus étroites entre les organisations nationales et internationales déjà existantes, relations qui se rapportent à l'exploitation de l'électricité. Mais le professeur Dr. *Gascón Marín* a démontré, dans le jugement susmentionné de mon rapport de Barcelone, que cette action doit être précédée des études dont je me suis chargé. D'autres délégués à la Conférence de Barcelone ont été du même avis. Le délégué du Reich, le Dr. *Krieger,* recommandait aux États de suspendre les règlements de ces importants problèmes jusqu'à ce que j'eusse traité la matière au point de vue international, et à cette occasion, il a mentionné l'idée des États-Unis d'Europe, idée que les plus grands hommes d'État du monde ont déployée quatre mois plus tard à Genève, dans la Société des Nations.

Le président du Conseil français, M. *Briand,* a proclamé à Genève, en septembre 1929, que, parmi les nations d'Europe, il fallait établir un lien d'altruisme et que la question la plus pressante était celle de la coopération économique. M. *Briand* voit une suite logique de son œuvre, commencée à Locarno, dans la création d'une association de travail européenne — une sorte de section européenne de la Société des Nations

— dont l'activité se concentrerait formellement dans le domaine économique. Il veut amener les États européens à faire des réflexions sur cette question. Ses vues ont acquis l'assentiment des hommes d'État les plus éminents des plus grandes puissances (*Macdonald*) et de ceux d'autres États encore. Le ministre allemand, le Dr. *Stresemann*, a proclamé nécessité absolue l'idée de l'union économique, et l'un des plus grands hommes d'Etat de France, le ministre *Herriot*, a dit, en conformité avec un des plus grands savants d'Allemagne M. *Einstein*, que le rapprochement franco-allemand était la question vitale pour l'avenir de l'Europe et que, si la France et l'Allemagne donnent à l'Europe l'exemple d'une coopération amicale, elles seront suivies, à coup sûr, de tous les autres États. Le ministre roumain, M. *Mironescu*, a dit, en ce qui concerne la grande idée de *Briand* que, pour la réaliser, il fallait apporter un travail pénible et de longue durée et des préparatifs méthodiques, qu'il fallait avancer par étapes et que, l'entente économique créée, il serait possible de former de pareils groupements dans le domaine politique. Le ministre tchécoslovaque, le Dr. *Beneš*, a souligné que, dans la République tchécoslovaque, le sol est particulièrement approprié pour le mouvement paneuropéen, car nous n'avons pas cessé de nous efforcer d'obtenir la plus large coopération avec nos voisins et la collaboration dans le cadre européen. En outre il a signalé qu'une grande partie du travail avait été exécuté en dehors du cadre de la Société des Nations mais que ces travaux devaient toujours être inspirés par l'esprit de la Société des Nations. Il est donc nécessaire que les organisations économiques de la Société des Nations soient toujours en contact avec les institutions s'occupant aux travaux qui rentrent dans l'activité de la Société des Nations. Parmi ces travaux appartiennent aussi les efforts de la Conférence Mondiale de l'Énergie qui se trouvent esquissés ci-dessus.

La Société des Nations ne peut point s'occuper de questions aussi spéciales que celles dont on parle ci-dessus, cependant, en appelant, dans le Comité technique de la Société des Nations, M. *Dunlop*, président du Conseil Exécutif de la Conférence Mondiale de l'Énergie, on a entamé des relations de l'association de 47 États portant le titre de Conférence Mondiale de l'Énergie avec la Société des Nations. Cette dernière n'avait jamais cessé de proclamer le rapprochement des nations sur une base la plus large possible.

Les hommes puisent leurs forces vitales non dans la politique mais bien dans le travail économique qui constitue l'essentiel du développement convenable de la vie des nations et de l'humanité tout entière et celui de toute la culture. C'est dans le travail économique que les représentants des nations les plus diverses peuvent oublier les différences de nationalité et se donner la main pour travailler en commun. Au centre de cette activité se trouve le travail technique tendant à mettre à profit tous les progrès des recherches et de la pratique spéciale, et, de ce fait, les tâches administratives de tout État de nos jours portent pour la plupart un caractère technique et économique de sorte que, pour les résoudre, il faut obtenir la collaboration des techniciens. Cependant, le travail technique ne peut se borner aux États seuls et

c'est le motif pour lequel les organisations internationales ont trouvé leur origine, dans la plupart des cas, dans les actions de caractère technique.

L'action qui avait été précisée par les résolutions des Conférences Mondiales de l'Énergie, soit à Bâle en 1926 et à Barcelone en 1929 (problèmes légaux), n'est point entravée par les frontières des États; ce fait, je l'ai montré par mon rapport «*Efforts tendant à obtenir une coopération internationale dans la législation sur le régime des eaux et dans l'administration des eaux*» que j'ai présenté à la Conférence Mondiale de l'Énergie tenue à Tokio en novembre 1929. Le rapport a aussi paru en langue allemande dans la revue «Deutsche Wasserwirtschaft», Berlin 1930, sous le titre «*Bestrebungen nach einer internationalen Mitarbeit in der Wassergesetzgebung und in der Wasseradministrative*». Dans le rapport en question, je n'ai mentionné que plusieurs problèmes que j'estime devoir être traités sur un forum mondial. Mon attention y a surtout porté sur les questions de caractère juridique des eaux et des concessions ou autorisations relatives aux eaux; je les ai traitées d'après les législations respectives sur le régime des eaux qui sont en vigueur en Tchécoslovaquie, en Italie, en France, en Suisse, en Autriche, en Prusse, en Saxe, en Bavière, au Wurtemberg, au Bade, en Pologne, en Lithuanie, en Hongrie, aux États-Unis d'Amérique, au Canada et en Australie, et j'ai signalé quelles sont les lois qui, par leur essentiel, s'approchent les unes des autres, et quelles sont celles qui divergent. De plus, j'y ai démontré qu'il est possible de se rendre compte, dans les législations en question, des influences qu'un État exerce sur l'autre.

En dépeignant les inconvénients qu'entraînent les lois sur le régime des eaux lesquelles, par leur constitution juridique, relèvent partie du domaine du droit public, partie de celui du droit privé de façon que l'exercice du droit d'eau rentre dans les attributions des autorités administratives et judiciaires, j'ai mentionné que ces inconvénients avaient été levés par la Prusse. Ce pays a institué des tribunaux administratifs qu'il a chargés de la compétence en ce qui concerne le droit d'eau. De ce fait il l'a éliminée du ressort des autorités administratives et judiciaires. Mais les tribunaux administratifs sont une idée de la Révolution française qui a établi la base de la juridiction administrative; ils avaient été institués, par la loi révolutionnaire du 28 pluviôse an VIII (17 février 1800) et leur organisation, qui subissait des changements, avait pénétré sous diverses formes dans les États allemands même. Donc, dans son administration des eaux, la Prusse avait adopté les principes démocratiques de la révolution française et elle les a établis dans sa juridiction administrative de façon que cette organisation peut servir de modèle aux organisations respectives d'autres États qui, plus d'une fois, unissent leur activité administrative à celle de l'autorité compétente. Cet état de chose entraîne, au point de vue administratif, des inconséquences, c'est-à-dire la même autorité projette la construction, l'exécute, l'autorise et décide les plaintes portées par les intéressés contre elle-même, autrement dit elle est juge et partie dans l'affaire, or, il est contraire aux règles fondamentales établies par la loi du 28 pluviôse an VIII qu'un organe soit, en même temps, autorité active

et tribunal, et qu'il y ait confusion de l'action et de la juridiction. Cet état de choses n'existe pas dans les États à juridiction administrative. Plusieurs États où les droits d'eau sont conférés par les autorités administratives centrales, ont institué des tribunaux des eaux publics qui décident les affaires relatives au droit privé qui pourraient surgir, la concession une fois donnée (par exemple en Italie).

Il n'est pas possible de traiter avec système, dans le cadre d'un rapport, toutes les questions surgies à la suite des résolutions des Conférences de Bâle et de Barcelone; je le fais donc dans des mémoires. Voilà pourquoi M. *Dunlop*, président du Conseil Exécutif de la Conférence Mondiale de l'Énergie, m'a demandé d'écrire un livre qui doit paraître comme publication officielle du Conseil Exécutif et dans lequel j'ai à comparer les principes fondamentaux des législations respectives sur le régime des eaux des États adhérents. Le livre est en voie de travaux préparatoires. Pour montrer la direction que je prétends suivre, j'ai publié, dans la revue «Die Wasserwirtschaft», Wien 1930, l'article «*Über die Wassergesetzgebung und Wasseradministrative Spaniens*». J'y traite d'un État qui est éloigné pour moi pour donner une preuve que, sous le concours efficace des techniciens du pays, un étranger peut même entrer dans le fond de l'administration d'un État qui n'est pas le sien. Il se peut bien qu'on va objecter qu'il serait plus utile si un technicien du pays traitait de l'administration de son État. Cependant, si l'ouvrage poursuit la comparaison des législations sur le régime des eaux et des administrations des eaux d'une quantité d'États, c'est un seul auteur qui doit se charger de ce travail et qui doit naturellement être secondé par les techniciens des États respectifs. Ce sera à ces techniciens de revoir le travail ou, le cas échéant, de le rectifier.

Dans le livre destiné à paraître comme publication officielle du Conseil Exécutif, je veux surtout comparer les questions que le professeur Dr. *Gascón Marín* a comprises dans son jugement relatif à mon rapport, présenté à la Conférence à Barcelone; je ne peux y traiter les questions de moindre importance comme l'est, par exemple, l'évidence des droits d'eau dans les différents États. Bien que cette dernière question soit de second ordre, elle comporte néanmoins une importance internationale. Chaque État a réglé d'une façon différente l'évidence des droits d'eau, et il y a des États où elle n'existe pas encore. En Allemagne, chacun des États a établi autrement son Registre des concessions; en Suisse, même chacun des cantons établit autrement la liste des droits d'eau. Il n'est pas possible de procéder à tenir l'évidence des droits d'eau dans les États qui ne l'ont pas jusqu'ici avant qu'on ne connaisse tout ce qui, de ce point de vue, avait été fait de la part des différents États. Toutefois, même dans les États où l'amélioration de l'évidence existante s'impose, il est nécessaire, en premier lieu, de s'assurer ces informations. Pour ce qui concerne l'amendement des règlements existants, il ne pourra être effectué avec succès qu'après avoir étudié critiquement les méthodes étrangères.

Dans la République tchécoslovaque sont encore en vigueur les lois sur le régime des eaux de l'ancienne monarchie d'Autriche-Hongrie.

La consistance et la tenue des Registres des concessions ont été réglées, pour la Bohême, la Moravie et la Silésie, par le décret de 1872, et pour la Hongrie, par le décret de 1885. Cette dernière législation est encore en vigueur en Slovaquie et à la Russie Subcarpathique. Les deux décrets susmentionnés étant surannés, je me suis chargé d'étudier la consistance et la tenue à l'étranger des Registres des concessions et, mes études terminées, j'ai présenté une proposition concernant le mode à employer en réformant le Registre des concessions dans notre République. Ma proposition a été adoptée — en y apportant de très petites modifications administratives — comme décret gouvernemental du 8 juillet 1925, no. 160, Recueil de lois et décrets, qui statue l'exécution et la tenue des Registres des concessions, y compris les recueils de documents, de cartes et de plans, dans le territoire, à l'exception de la Slovaquie et de la Russie Subcarpathique et décret gouvernemental du 8 juillet 1925, no. 161, R.L.D., qui statue, pour la Slovaquie et la Russie Subcarpathique, l'exécution et la tenue des Registres des concessions, y compris les recueils de documents, cartes et plans. Relativement aux décrets cités ci-dessus, j'avais élaboré encore une instruction du Ministère de l'Agriculture en date du 16 juillet 1926, no. 27022/XVIb, se rapportant au décret gouvernemental du 8 juillet 1925, no. 160 R.L.D., et une instruction du Ministère de l'Agriculture de même date se rapportant au décret gouvernemental du 8 juillet 1925, no. 161 R.L.D.; les deux instructions étaient adoptées.

L'Association allemande pour le régime des eaux (Deutscher Wasserwirtschaftsverband) en Tchécoslovaquie, ayant son siège à Liberec (Reichenberg), m'a demandé d'écrire, en langue allemande, pour son usage, un livre qui traitât de cette nouvelle organisation de l'évidence des droits d'eau. C'est avec plaisir que j'ai entrepris cette tâche mais j'ai amplifié le programme que l'Association m'avait dressé, en y faisant figurer un aperçu des dispositions relatives à l'évidence des droits d'eau en vigueur dans d'autres États de façon que le livre en question pût être utile aux buts susmentionnés de la collaboration internationale. Le livre a paru sous le titre «*Wasserbücher*». Dans la première partie, j'ai dépeint l'état de l'évidence des droits d'eau dans la République tchécoslovaque avant la promulgation des nouveaux décrets gouvernementaux cités ci-dessus et ensuite, j'ai décrit la réforme des Registres des concessions. Dans la deuxième partie, j'ai dépeint l'évidence des droits d'eau en Autriche, en Hongrie, en Suisse, en Prusse, en Saxe, en Bavière, au Wurtemberg, au Bade, en France, en Italie, en Espagne et en Angleterre. Les articles traitant de l'évidence des droits d'eau à l'étranger ne sont que descriptifs, on n'y essaye pas de critiquer les conditions dépeintes et on n'indique pas non plus la manière d'effectuer avec succès les changements du système; ils ne font que donner des informations nécessaires aux fonctionnaires des États qui envisagent l'évidence des droits d'eau ou prétendent effectuer des améliorations dans cette évidence.

En instituant l'évidence des droits d'eau ou en la réformant, tout État doit se décider si les inscriptions dans le Registre des concessions

doivent être proclamées source juridique exclusive pour tous les droits d'eau ou bien si elles ne doivent constituer qu'un moyen d'évidence. En Tchécoslovaquie, la législation sur le régime des eaux n'attribue pas d'importance juridique aux inscriptions dans le Registre des concessions, elles ne sont donc qu'un moyen d'évidence. Le même état juridique existait en Autriche; cependant, plusieurs pays autrichiens avaient amendé les dispositions relatives aux Registres des concessions de sorte que les inscriptions y sont considérées comme exactes jusqu'à preuve contraire; mais il n'en est pas de même avec les inscriptions qui sont en contradiction avec le Registre foncier. Cette disposition avait été comprise dans les lois sur le régime des eaux pour le Tyrol, Code du pays de 1923, no. 10; pour le Vorarlberg, Code du pays de 1922, no. 57; pour la Basse Autriche, Code du pays de 1924, no. 125; pour le Salzbourg, Code du pays de 1924, no. 10; pour la Carinthie, Code du pays de 1925, no. 14. Plusieurs de ces amendements comprennent la disposition que, contre l'arrêt de l'autorité chargée de la tenue des Registres des concessions, il est possible de se pourvoir, en ce qui concerne la rectification inscrite dans le Registre, dans les quinze jours qui suivent la rectification; l'autorité administrative du pays à laquelle le pourvoi est adressé donne une décision qui prend la force de chose jugée. Tous ces amendements prévoient que le décret relatif à la tenue des Registres des concessions sera réglé par un décret du Gouvernement du pays. Les décrets des Gouvernements des pays respectifs étaient déjà édictés, à savoir celui pour le Tyrol par la loi du pays de 1923, no. 35; pour le Vorarlberg par la loi du pays de 1923, no. 4; pour la Basse Autriche par la loi du pays de 1924, no. 126; pour le Salzbourg par la loi du pays de 1924, no. 43; pour la Carinthie par la loi du pays de 1925, no. 18. Les textes de ces décrets sont presque identiques. Pour ce qui concerne la législation sur le régime des eaux d'Allemagne, ce sont les lois bavaroise, saxonne et prussienne qui attribuent aux Registres des concessions une certaine importance juridique. L'instruction ministérielle bavaroise du 3 décembre 1907 statue, au paragraphe 279 que les inscriptions dans les Registres basées sur des documents publics (par exemple arrêts de concession), sont considérées comme exactes jusqu'à preuve contraire; cependant, si elles avaient été faites d'après la déclaration des parties ou la déposition des témoins ou des experts, elles n'ont pas la valeur de documents publics. La loi saxonne sur le régime des eaux en date du 12 mars 1909, dans son § 50, stipule que tout ce qui est inscrit dans le Registre des concessions est considéré comme exact, jusqu'à preuve contraire, et la loi prussienne sur le régime des eaux du 7 avril 1913, dans son § 190, comprend les mêmes dispositions. De plus, la loi prussienne, dans le § 380, stipule que le droit concernant le régime des eaux non inscrit dans le Registre foncier s'éteint, s'il n'a pas été inscrit dans le Registre des concessions, après les dix années qui suivent la mise en vigueur de la loi sur le régime des eaux. Dans les autres États de l'Allemagne et également en Suisse, on n'attribue aux Registres des concessions qu'une importance d'évidence. En Suisse, il n'existe pas d'uniformité dans l'évidence des droits d'eau:

chaque canton a dressé d'une autre manière les listes des droits d'eau. Voilà pourquoi, par une circulaire du Conseil Fédéral en date du 17 septembre 1928 et par celle du département de l'intérieur en date du 15 mai 1929, adressées à tous les gouvernements cantonaux, les cantons étaient invités à dresser des listes des droits d'eau et on leur a envoyé, à titre de modèle, les formulaires des cantons de Zurich, Berne, Saint-Gall, Argovie, Vaud et Neuchâtel. *Mon ouvrage «Wasserbücher» poursuit, du point de vue international, le même but que poursuit, au point de vue de la Suisse, la circulaire du département de l'intérieur en date du 15 mai 1929, adressée aux Gouvernements cantonaux.*

Le principal but des Registres des concessions est celui d'avoir une évidence du cadastre des droits d'eau et celle des plans des installations hydrauliques pour la construction desquelles les autorisations d'eau ont été conférées. Les inscriptions dans les Registres des concessions doivent être des extraits concis et compréhensifs de ces documents juridiques pour que les intéressés n'aient pas à les étudier en détail. Dans les États où les arrêts de concession sont clairs et leur évidence soignée, comme il en est, par exemple, en France, les Registres des concessions ne comportent pas l'importance précitée et, en conséquence de ce fait, on n'a pas établi en France de Registres des concessions. Toutefois, l'évidence concernant chacun des droits d'eau est tenue auprès du Ministère compétent, auprès de la Préfecture et à la mairie. Pour ce qui concerne les arrêts de concession ou autorisation, on a publié des modèles comprenant des articles de façon que l'intéressé sait dans quel article il trouvera les données qui lui sont utiles. Une certaine évidence des forces hydrauliques est aussi donnée par les statistiques de la production et de la distribution de l'énergie électrique, édictées par les soins du ministère des travaux publics. Malgré ces dispositions j'estime que le Gouvernement français pourrait prendre en considération si l'évidence des droits d'eau, telle qu'elle était adoptée dans les États dont je parle dans mon livre «Wasserbücher» ne serait pas utile même à son administration des eaux. J'ai aussi traité de l'évidence des droits d'eau dans mon ouvrage «Comment compléter la législation sur le régime des eaux aux points de vue technique et économique», pages 11—38.

Les Registres des concessions étaient établis peut-être les premiers dans les pays de l'Autriche et de l'Allemagne, cependant, cette idée avait bientôt pénétré dans plusieurs États romans, par exemple, en Espagne et en Italie. En Espagne, on prévoit l'évidence de l'utilisation des eaux publiques déjà dans la loi sur les eaux en date du 13 juin 1879 et dans l'instruction en date du 14 juin 1883. L'arrêté royal du 12 avril 1901 a institué, auprès de la haute Direction des travaux publics, un Registre de l'utilisation des eaux publiques et, auprès de chaque administration provinciale, on a également dressé un Registre provincial des mêmes utilisations et on a statué que les concessions qui ne sont pas inscrites dans les Registres, sont considérées comme n'ayant pas servi. En Italie, c'était déjà la loi du 10. VIII. 1884 qui statuait que, dans chaque province, une liste des eaux publiques devait être dressée

et rendue publique. La loi du 9 octobre 1919, no. 2161, prévoit un Registre des eaux publiques et statue que, dans chaque province, sera dressé et tenu un Registre relatif à l'usage des eaux publiques. Les deux Registres sont tenus au Ministère des travaux publics et à l'Administration du génie civil. D'autres instructions ayant trait à la tenue des deux Registres figurent dans le règlement d'administration publique du 14 août 1920, no. 1285.

La résolution citée ci-dessus de la Conférence Mondiale à Barcelone de 1929 a invité les Comités Nationaux des États adhérents (47) à envoyer au Conseil exécutif de la Conférence Mondiale à Londres leurs jugements concernant les propositions que j'ai présentées à Barcelone. Je projette que les jugements demandés se rapportent aussi à mes autres travaux dont je parle dans le présent rapport. De plus, je recommande que pour la direction de l'action de la Conférence Mondiale de l'Énergie, donnée par les résolutions précitées de Bâle et de Barcelone, on choisisse, auprès de tout Comité National, un ou deux rapporteurs pour se mettre en relations suivies avec les techniciens et les organisations existantes qui s'occupent aux mêmes problèmes dans leurs États respectifs, et pour obtenir de la sorte une coopération internationale plus efficace et susceptible d'élever le niveau scientifique de la législation sur le régime des eaux et celui de l'administration des eaux.

Zusammenfassung

Der Verfasser schildert die Entstehung des Gedankens einer internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiete der Wassergesetzgebung und der Wasseradministrative, welcher durch die Resolutionen der Weltkraftkonferenz in Basel im Jahre 1926 und in Barcelona im Jahre 1929 angeregt wurde. Er zitiert seine vom Jahre 1927 an erschienenen 10 Schriften, welche über dieses Thema geschrieben sind, und zeigt, daß die Tätigkeit der Weltkraftkonferenzen auf dem Gebiete der Wassergesetzgebung und der Wasseradministrative in den Rahmen der Tätigkeit des Völkerbundes fällt. Von seinen Berichten und Schriften, über welche er referiert, widmet er die größte Sorgfalt der Schrift „Wasserbücher", mit welcher er dasselbe Ziel vom internationalen Standpunkte aus verfolgt, wie das Kreisschreiben des eidgenössischen Departments des Innern in Bern vom 15. Mai 1929 vom Standpunkte der Schweiz aus.

Durch die Resolution der Weltkraftkonferenz in Barcelona vom Jahre 1929 wurden die nationalen Ausschüsse der beteiligten (47) Staaten aufgefordert, dem Internationalen Exekutivrat in London ihr Gutachten über die Vorschläge, welche der Verfasser in Barcelona vorgebracht hat, einzusenden. Der Autor beantragt, die verlangten Gutachten auch auf seine weiteren Arbeiten, über die er in seinem Berichte spricht, auszudehnen. Schließlich empfiehlt er, bei jedem nationalen Ausschuß einen oder mehrere Referenten zu wählen, welche den Kontakt mit Fachleuten und ständigen Organisationen, die sich mit den gleichen Problemen in dem oder jenem Staate befassen, anknüpfen und dadurch eine wirksamere internationale Zusammenarbeit zur Hebung des wissenschaftlichen Niveaus der Wassergesetzgebung und der Wasseradministrative aller Staaten hervorrufen würden.

Generalbericht

Wasserrechtliche Fragen

Präsident P. Schlegelberger und F. Wilke

Übersicht

Dieser Generalbericht umfaßt folgende Einzelaufsätze:

Bericht Nr. 359: Water Power Regulations in the Dutch East Indies (Dutch East Indies)
V. F. van Katwijk

Wasserrechtnormen sind seit 1838 entwickelt. Sie folgen den Gedanken des Code Civil. Ihre wesentlichsten Sätze sind folgende: Alle Wasserläufe sind öffentlich. Wer sie nutzen will, bedarf staatlicher Genehmigung; Eingeborene unterliegen der Genehmigungspflicht nur für Kraftnutzungen, nicht aber für Nutzungen zu Reisfeldbewässerungen und sonstigen häuslichen Zwecken. Erzeugung von Kraft soll dem Staate vorbehalten bleiben, ihre Verteilung Privaten überlassen werden. Genehmigungen können von Einzelpersonen und Handelsgesellschaften nachgesucht werden, wenn sie Holländer oder holländische oder ostindische Einwohner sind oder ihren Sitz in Holland oder Holländisch-Ostindien haben, und wenn sie sich als Grundbesitzer, Erbbauberechtigte auf Kronland, private Industrielle oder langfristige Pächter ausweisen können.

Die Genehmigungen zerfallen nach der Bedeutung der Wassernutzungsanlagen in 2 Gruppen: Erlaubnisse auf Widerruf und Konzessionen. Die Konzessionen erstrecken sich auf bestimmte Zeit, in der Regel 40 Jahre, doch kommen auch solche auf 20, 30, 50 und 75 Jahre vor. Erlaubnisse auf Widerruf werden für Wassernutzungen erteilt, die anderen als Kraftzwecken oder Kraftzwecken mit einer Leistungsfähigkeit bis zu 100 PS dienen, Konzessionen für solche, welche Kraftausnutzung mit einer Leistungsfähigkeit über 100 PS ermöglichen.

Alle Genehmigungsgesuche sind bei dem Chef der Bezirksverwaltung einzureichen. Sie werden durch von ihm ernannte örtliche Kommissionen geprüft. Gesuche auf widerrufliche Erlaubnisse gehen mit dem Bericht dieser Kommission und dem Gutachten eines Meliorationstechnikers an den Leiter des Departements der öffentlichen Arbeiten, unter Umständen an den Leiter eines besonderen Staatsamts für Wasserkraft und Elektrizität, nachdem die Leiter des Departements der Inneren Verwaltung gehört sind, Konzessionsgesuche gehen durch den Leiter des Departements der öffentlichen Arbeiten und den Leiter des Staatsamts für

Wasserkraft und Elektrizität an den Generalgouverneur zur Entscheidung.

Die Genehmigungen werden unter anderem unter folgenden wesentlichen Bedingungen erteilt: Das gebrauchte Wasser muß dem Wasserlauf wieder zugeführt werden. Es darf nicht verschmutzt werden. Es muß für Bewässerungs-, aber auch für Trinkzwecke für Mensch und Vieh brauchbar bleiben. Bei Ablauf oder Widerruf der Genehmigung muß auf Anfordern der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt werden. Fremder Grundbesitz darf für die Errichtung von Anlagen erst in Anspruch genommen werden, nachdem ein Recht darauf erworben ist. Dem Genehmigungsempfänger steht kein Schadensersatzanspruch zu, wenn infolge staatlicher Wasserbauten oder sonstiger staatlicher Maßnahmen die Nutzungsmöglichkeit verringert wird. Die Genehmigung erlischt bei Erlaubnissen auf Widerruf, wenn das genehmigte Werk nicht innerhalb einer bestimmten Frist ausgeführt wird, bei Konzessionen, wenn sich der Konzessionsempfänger nicht innerhalb eines Jahres nach Bekanntgabe der Konzessionsbedingungen diesen ausdrücklich unterworfen hat, auch wenn die genehmigten Anlagen länger als 3 aufeinanderfolgende Jahre nicht benutzt werden.

Für die Erteilung, Verlängerung oder Übertragung einer Genehmigung ist eine Gebühr zu zahlen. Sie beträgt bei Konzessionen 200 Gulden, bei Erlaubnissen auf Widerruf, wenn es sich um Kraftanlagen handelt, 25 Gulden, wenn es sich um andere Nutzungsanlagen handelt, 5 Gulden. Bei Konzessionen wird überdies ein Wasserzins gefordert, der bei Leistungsfähigkeit der Anlage von 100 bis 1000 PS 2 Gulden, bei einer Leistungsfähigkeit von 1000 bis 10000 PS 1,5 Gulden und bei einer Leistungsfähigkeit von mehr als 10000 PS 1 Gulden je Pferdestärke beträgt. Diese Sätze sind zwar Maximalsätze, werden aber in der Regel gefordert. Daneben behält sich der Staat die Erweiterung der genehmigten Anlage zur Gewinnung von Kraft für eigene Zwecke auf eigene Kosten vor. Genehmigt werden können auch Vorzugsrechte auf künftige Wasserkraftnutzung.

Bericht Nr. 381: Aperçu sur les dispositions législatives concernant l'utilisation des forces hydrauliques en Argentine (Argentine)
Ing. Georges E. Wauters

Die Wasserkraftnutzung ist in Argentinien seit 50 Jahren grundlegend einfach und erschöpfend gesetzlich geregelt. Die Regelung macht keinen Unterschied, ob die Wasserkraft unmittelbar in mechanische Arbeit oder in elektrischen Strom umgesetzt wird. Sie ist in der Hauptsache privatrechtlich und wegen der föderativen Staatsverfassung für das ganze Land durch die Bundesgesetzgebung erfolgt. Sie genügt den wesentlichen auf internationalen Kongressen aufgestellten Forderungen, ist für nasse oder trockene Landstriche verschieden und trägt den Grundeigentümerrechten Rechnung. Durch provinzielle Ergänzungsgesetze werden örtliche Sonderbedürfnisse, z. B. beim Vorkommen von Wasserfällen, berücksichtigt. Alle Wasserläufe sind öffentlich. Sie

unterstehen der Verfügungsgewalt des Staates. Eine Ausnahme bilden nur solche Wasserläufe, die innerhalb der Grenzen eines Grundeigentümers entspringen und endigen. Sie gehören dem Grundeigentümer. Er kann über ihre Nutzungen frei verfügen. Die Ausnahme verliert infolge der ständig fortschreitenden Teilung des Großgrundbesitzes täglich an Bedeutung. Jedermann kann unter den gesetzlichen Bedingungen die Wasserläufe nutzen. Uferanlieger haben keine Vorrechte. Alle Nutzungen bedürfen der Genehmigung. Diese wird nur zeitlich beschränkt zugelassen und kann im öffentlichen Interesse widerrufen werden. Der Widerruf ergibt niemals Schadensersatzansprüche. Die Genehmigung wird von der Bundesregierung oder den Provinzgouverneuren, in der Mehrzahl der Fälle von diesen, erteilt. Wasserzins im eigentlichen Sinne, ein Entgelt, wird nicht gefordert. Die Nutzer haben lediglich Unkostenbeiträge im Verhältnis der ihnen zufallenden Vorteile zu leisten. Diese werden im Einzelfall den wirtschaftlichen Notwendigkeiten angepaßt.

Die Fragen der Fortleitung und Verteilung des aus Wasserkraftnutzungen gewonnenen elektrischen Stromes sind allgemein gültig für den ganzen Bundesstaat gesetzlich noch nicht geregelt. Gerade sie bedürfen aber einer solchen Regelung besonders, da z. B. die Verlegung von Kabeln auf Straßen und die Versorgung verzweigter, weit auseinanderliegender Gebiete von einer Zentrale aus auf Schwierigkeiten stößt, wenn dabei verschiedene Gesetze der berührten Gliedstaaten berücksichtigt werden müssen.

Bericht Nr. 382: Études internationales et obligatoires d'hydraulique au point de vue économique (Argentine)
Ing. Charles Wauters

Staatsgrenzen verursachen, wenn sie nicht einer Wasserscheide folgen, häufig eine Zerreißung wasserwirtschaftlicher Systeme. Das tritt insbesondere ein, wenn Wasserläufe die Grenze bilden, weil der Begriff der Mittellinie nicht eindeutig bestimmt ist. Die dadurch bedingten Mißstände sind zuerst bei der Schiffahrt in die Erscheinung getreten. Man hat sie durch den Abschluß von Staatsverträgen auszuräumen versucht. In diesen ist gewöhnlich die freie Schiffahrt für alle sichergestellt und die Einsetzung internationaler Kommissionen vorgesehen, die im Sinne der Förderung des Transports und des Ausbaus wirken. Auch Schwierigkeiten bei der Ausübung anderer Nutzungsarten an den auf verschiedenen Staatsgebieten liegenden Teilen eines Wasserlaufs werden zweckmäßig durch Staatsverträge beseitigt. Diese werden Bestimmungen über die Wahrung der besonderen Interessen der beteiligten Staaten enthalten, z. B. die Möglichkeit des Baues von Talsperren im Oberlauf, die Ausführung von Meliorationen, die Verhütung von Wasserklemmen und Überschwemmungen im Unterlauf sicherstellen müssen. Staatsverträge dieser Art sind bisher seltener. Ihr häufigerer Abschluß ist mit Rücksicht auf die wachsende Nutzung des Wassers für die verschiedensten, z. B. landwirtschaftlichen, hygienischen und industriellen Zwecke erwünscht. Das gilt insbesondere für dichtbevöl-

kerte Staaten. Ihnen ermöglicht der Abschluß solcher Verträge eine bessere Ausnutzung der Naturschätze. Aber auch für dünn bevölkerte Länder entspringen daraus Vorteile. Die Verträge fördern die Erforschung dieser Länder und begünstigen die Entwicklung ihrer natürlichen Hilfsquellen. Dem Abschluß solcher Verträge entgegenstehende politische Schwierigkeiten müssen deshalb ausgeräumt werden. Die auf Verbreiterung der Überzeugung von der Interessenverbundenheit aller Staaten gerichteten Bestrebungen des Völkerbundes verdienen auf dem erörterten Gebiet Unterstützung. Es wird deshalb vorgeschlagen, folgende Entschließung anzunehmen und durch den geschäftsführenden Ausschuß der nächsten Völkerrechtskonferenz zuzuleiten. „Im Geiste wissenschaftlicher Solidarität würde es die 2. Weltkraftkonferenz begrüßen, wenn Nachbarstaaten auf Verlangen eines von ihnen sich über die Einsetzung gemischter, technischer, internationaler Kommissionen zum Studium der völligen Ausnutzung solcher Ströme und Flüsse einigen würden, deren Gewässer der Allgemeinheit nutzbar gemacht werden können, oder wenn sie zu einer Einigung gezwungen werden könnten."

Bericht Nr. 412: Eine neue Organisation zur integralen Wassernutzung eines Flußgebietes (Spanien)
M. Lorenzo Pardo

Die Ebro-Talsperre bei Reinosa ermöglicht die Unterhaltung einer beständigen Niedrigwasserhöhe im Mittellauf und beeinflußt alle Zweige der Wasserwirtschaft des Gesamtstromes. Sie gestattet die Bewässerung von 100000 ha Acker gegenüber nur 25000 ha vor ihrer Errichtung, ist Kraftquelle dreier Elektrizitätsunternehmungen und ermöglicht ihnen eine erhebliche Leistungsverbesserung sowie die Schaffung neuer Kraftanlagen mit weiterer Leistungserhöhung. Die Aufbringung der Kosten für ihren Bau durch eine oder einzelne der Interessentengruppen wäre nicht durchführbar gewesen. Für den Staat allein lag kein ausreichendes Interesse an der Übernahme der Kosten vor. Sie sind durch Zusammenwirken von Staat und allen interessierten Nutznießergruppen beschafft worden.

Der Segrefluß in der Landschaft Urgel wurde bisher wasserwirtschaftlich unzweckmäßig genutzt. Veraltete Bewässerungsanlagen verteilten seine Wasser über 69000 ha. Kraftwerke bei Talarn und Camarasa leisteten mit dem Wasser eines Nebenflusses 108800 PS. Die Bewässerung war wegen einer längeren Niedrigwasserperiode unzulänglich. Die Kraftwerke waren von den landwirtschaftlichen Interessen abhängig und konnten deshalb ihre Einrichtungen nicht ihrer Bedeutung und ihrem Umfange entsprechend vollständig ausnutzen. Der Zusammenschluß des Staates, der landwirtschaftlichen und der industriellen Nutzungsinteressenten haben die Erbauung eines Ausgleichbeckens und einiger weiterer Stauanlagen sowie neuer Bewässerungskanäle und damit eine Verbesserung und Erweiterung der wasserwirtschaftlichen Nutzung des Flußsystems ermöglicht.

Diese Beispiele zeigen die Berechtigung der Forderung auf Mitwirkung aller Beteiligten bei Planung und Finanzierung solcher Wasserbauten, welche verschiedenen Interessenten dienen und im öffentlichen Interesse liegen, und auf Erlaß gesetzlicher Vorschriften, die einen zwangsweisen Zusammenschluß der Beteiligten ermöglichen. Der Zwang muß sich auf den Staat, diejenigen Beteiligten, welchen die zu schaffende Anlage sofort zugute kommt, und diejenigen erstrecken, welche durch eigene weitere Maßnahmen aus der wasserwirtschaftlichen Verbesserung Vorteile ziehen können.

Bericht Nr. 374: Aperçu de l'activité qui résulte des Conférences Mondiales de l'Énergie, tenues à Bâle en 1926 et à Barcelone en 1929 (Tchécoslovaquie)
Prof. Dr. J. Černý

Es wird die Entstehung des Gedankens einer internationalen Zusammenarbeit auf dem Gebiete der wasserrechtlichen Gesetzgebung und der wasserwirtschaftlichen Verwaltung geschildert, welchem durch die Entschließungen der Weltkraftkonferenzen in Basel und Barcelona eine Grundlage gegeben wurde. Dazu werden 10 Schriften angeführt, welche der Verfasser über dieses Thema geschrieben hat, und wird dargelegt, daß die Tätigkeit der Weltkraftkonferenzen auf den genannten Gebieten in den Rahmen der Tätigkeit des Völkerbundes fällt. In Erweiterung der durch die Resolution der Weltkraftkonferenz in Barcelona von 1929 an die nationalen Ausschüsse der beteiligten 47 Staaten gerichteten Aufforderung, dem internationalen Exekutivrat in London Gutachten über die vom Verfasser in Barcelona gemachten Vorschläge einzusenden, wird beantragt, die Gutachten auch auf die weiteren in dem Bericht erwähnten Arbeiten zu erstrecken. Es wird empfohlen, bei jedem nationalen Ausschuß einen oder mehrere Berichterstatter zu wählen, welche mit Fachleuten und ständigen Organisationen, die sich mit den gleichen Problemen befassen, Verbindungen anknüpfen und dadurch eine wirksamere internationale Mitarbeit zur Hebung des wissenschaftlichen Niveaus der wasserrechtlichen Gesetzgebung und wasserwirtschaftlichen Verwaltung aller Staaten hervorrufen würden.

Entwicklungslinien

Auch auf wasserwirtschaftlichem Gebiet hat die Technik seit Beginn des vorigen Jahrhunderts starke Fortschritte gemacht. Das hat eine immer intensivere Ausnutzung der Wasserschätze für die verschiedensten Zwecke, die Förderung der Volksgesundheit, die Landwirtschaft, die Krafterzeugnisse und die Schiffahrt ermöglicht. Gesetzgebung und Verwaltung haben sich bemüht, den neuen Verhältnissen Rechnung zu tragen und die von einer Wassernutzung berührten verschiedenen, mitunter widerstreitenden Interessen zu schützen und auszugleichen. Zu diesem Zwecke haben sich die Staaten das Verfügungsrecht über die für die Allgemeinheit bedeutsamen Wasserläufe grundsätzlich vorbehalten und deren Sondernutzung durch Private von staatlicher Einwilligung abhängig gemacht. Die schutzbedürftigen Interessen werden

durch solchen Einwilligungen angefügte Bedingungen gewahrt. Zum Wohle der Gesamtheit der steuerzahlenden Bevölkerung wird mitunter auch Leistung eines Entgeltes für die Gestattung von Sondernutzungen gefordert. Durch die Verschiedenheit gesetzlicher Vorschriften mehrerer an einem zusammenhängenden wasserwirtschaftlichen System beteiligter Staaten bedingte Schwierigkeiten sucht man durch Staatsverträge auszuräumen. Zugunsten der Aufbringung von Mitteln für die Durchführung der Allgemeinheit oder größeren Interessentengruppen Vorteile bringender wasserwirtschaftlicher Maßnahmen wird das Zusammenwirken der Beteiligten einschließlich der Staaten erstrebt. Es ist mehrfach durch Übereinkommen der Interessenten herbeigeführt. Gesetzliche Maßnahmen zur Erzwingung eines derartigen Zusammenwirkens werden gefordert.

Diskussionsvorschläge

1. Ist es zweckmäßig, daß der Staat für die Zulassung einer Sondernutzung an seinen Wasserschätzen ein Entgelt fordert?
2. Soll die Ausnutzung der Wasserschätze zu Zwecken der Kraftgewinnung dem Staate vorbehalten bleiben oder der privaten Initiative überlassen werden?
3. Sind gesetzliche Vorschriften erwünscht, welche die Heranziehung von Interessenten zu Zwangsbeiträgen für den Ausbau von Wasserschätzen ermöglichen?
4. Wie kann der Abschluß von Staatsverträgen im Interesse der Wasserwirtschaft gefördert werden?

General Report

Problems Relating to Water Rights

President P. Schlegelberger and F. Wilke

This General Report deals with the following papers:—

Paper No. 359: Water Power Regulations in the Dutch East Indies (Dutch East Indies)
V. F. van Katwijk

Regulations based on the Code Civil regarding water rights have been in force since 1838. Their essential clauses are as follows: All water courses are public property. State consent must be obtained by anyone who wishes to use them. Natives must obtain official sanction to use water for power purposes, though not for irrigating rice fields and other domestic purposes. The state reserves itself the right to generate power, though distribution is left to private undertakings. Sanction may be sought by private persons and holding companies, provided they are Dutch or Dutch East Indian subjects or have their residence in Holland or the Dutch East Indies, and provided they can produce evidence of ownership, leasehold, private, industrial or long term tenancy.

Official consent falls into two categories according to the size of the water power plant: permits subject to revocation and concessions are granted for fixed periods, as a rule for forty years, though permits are also granted for twenty, thirty, fifty and seventy-five years for utilising water, while concessions are granted for power plants of up to and over 100 HP.

All requests for official sanction must be addressed to the chief of the administrative district, who submits them to local commissions appointed by him. The petition is then forwarded together with the commission's report and an expert opinion by the development engineer to the head of the department of public works and under certain circumstances to the head of a special government office for water power and electricity when, if approved, they are submitted for the decision of the Governor-General.

Permits are granted subject to the following essential conditions. The water used must be returned to the water course; it must not be contaminated; it must remain in a fit state for irrigation and drinking purposes whether for men or animals. On expiry or revocation of the permit the original conditions must be restored if this is required. Foreign ownership may only be claimed for the erection of plants after a right to same has been acquired. No claim for damages by the holder of a permit is

considered if the utility is affected by the construction of government water works or by government action. Grants may be rescinded in the case of permits subject to revocation if the work is not carried out within a given period, or in the case of concessions if the concessionnaire does not start work within a year of the concession being granted, and also if the plants for which permits have been granted are not used for longer than three successive years.

A fee is payable for the granting, extension or transfer of a permit. It amounts in the case of concessions to 200 guilders, and 25 guilders for permits subject to revocation in the case of power plants, or 5 guilders for other purposes of water utilisation. In the case of concessions a water rate is charged in addition, which amounts to 2 guilders per 100—1000 HP output, 1.5 guilders for an output from 1000 to 10,000 HP, and 1 guilder for an output of over 10,000 HP. These constitute maximum charges though they are applied as a rule. In addition the government reserves itself the right to extend plants for which sanction has been given for generating power for its own purposes and at its own expense. Priority rights may also be granted for future water power developments.

Paper No. 381: Aperçu sur les dispositions législatives concernant l'utilisation des forces hydrauliques en Argentine (Argentine)
Ing. Georges E. Wauters

The development of water power has been regulated by law on fundamentally simple and comprehensive lines in the Argentine during the last fifty years. The regulations make no difference between whether the water is to be transformed directly into mechanical work or electric current. They are in the main subject to civil law and based on the federal legislation applying to the whole country in general. They satisfy the essential requirements drawn up at international congresses and vary for districts subject to heavy or little rainfall, besides taking into account the rights of ownership. Special local requirements are taken into consideration by provincial by-laws as, for example, the existence of waterfalls. All water courses are public property and remain at the disposal of the state, the only exception being such as start and end within the boundaries of the landowner, to whom they belong and by whom they can be freely utilised. This exception is daily losing its importance in view of the rate at which the larger estates are being split up. Water courses may be utilised by every one under the legal conditions in force. Riparian owners do not possess priority rights. All developments require official sanction, which is only granted for limited periods and can be revoked in the public interest, without any indemnity. Sanction is granted by the federal government or provincial governors—in the majority of cases the latter. Water rates in the proper sense are not levied. The users merely have to bear the expenses in proportion to the advantages accruing to them by such developments. These are adapted in each particular case to the economic requirements.

Questions of transmitting and distributing the electrical energy obtained from water power developments have not yet been regulated by law for all parts of the federal state. The necessity of such control is particularly pressing, as the laying of cables in streets and the supply of areas at some considerable distance from a power station offers difficulties, if the various laws of the member states have to be considered.

Paper No. 382: Etudes internationales et obligatoires d'hydraulique au point de vue économique (Argentine)
Ing. Charles Wauters

In cases where the boundaries of states do not follow natural water sheds they frequently cause dislocation of water supply systems. This occurs particularly when watercourses form boundary lines as the definition of the center line is not clearly established. The ambiguities caused thereby make themselves particularly apparent in questions of navigation. As a rule free navigation is assured to all, and international commissions are set up for questions connected with transport and development. Difficulties which arise in exercising other rights of use in parts of a watercourse lying in different areas can be obviated by agreements, containing clauses taking care of the particular interests of the states participating as, for instance, the possibility of constructing dams in the upper courses of rivers, carrying out of improvements, prevention of hold up of water and floods in the lower parts of rivers. Treaties of this kind have been fairly rare up to the present. Agreements concerning the increasing use of water for various purposes e. g. agriculture, sanitation and industry are more frequent. This applies in particular to densely populated states. The conclusion of such agreements enables natural resources to be used to greater advantage. Thinly populated countries also benefit in this connection, as such agreements assist exploration and the development of their natural resources. Political difficulties militating against the conclusion of treaties of this kind must accordingly be removed. The efforts of the League of Nations which have been directed towards convincing the community at large of the common interests of all who are mutually involved in this question, merit general support. It is therefore proposed that the following resolution be accepted and submitted by this Conference to the next meeting of the League of Nations "The Second World Power Conference would welcome, in the interests of scientific solidarity, the voluntary agreement of neighboring states to the establishment of mixed, technical, international commissions, for investigating the complete development of such streams and rivers as might be made useful to the general community the investigation to extend, if necessary, over the entire hydrographic area."

Paper No. 412: Eine neue Organisation zur integralen Wassernutzung eines Flußgebietes (Spanien)
M. Lorenzo Pardo

The Ebro dam near Reinosa allows of a constant low water level being maintained in the middle reaches of the river and affects all branches of

water supply obtained from the river. It allows of 100,000 hectares of agricultural land being irrigated as compared with 25,000 hectares before its erection; it provides water power for three electricity undertakings and allows of considerably higher outputs being obtained as well as the installation of new power plants of increased capacity. It was not possible to raise the necessary funds for the construction of the dam through any single group, nor was the State sufficiently interested to accept the financial responsibility alone, with the result that the work was jointly carried out by the State and the groups of usufructuaries interested.

The water supplies of the Segre river in the province of Urgel were until recently utilised in an inefficient manner. Out-of-date irrigation works distributed its water over 69,000 hectares. Power stations at Talarn and Camarassa generated with water from a tributary 108,800 HP. Water for irrigation purposes was insufficient if the low water period lasted a considerable time. The power stations were dependent upon agricultural interests and were therefore unable to utilise the full capacity of the equipment with which they were installed. The collaboration between the State and agricultural and industrial usufructuaries has allowed of a storage basin being constructed as well as a number of storage plants, new irrigation canals and an improvement and extension of the useful water supply of the river.

These examples demonstrated the advantage of collaboration between all interested parties in the planning and financing of schemes which serve different customers and are to the public interest, in that the legislative regulations they embody make possible the coercive fusion of all interests. Jurisdiction must extend to the state, the interested parties who are to benefit immediately from the plant, as well as to those who may reap advantages from the improvement of the water supply as a result of later measures.

Paper No. 374: Aperçu de l'activité qui résulte des Conférences Mondiales de l'Energie, tenues à Bâle en 1926 et à Barcelone en 1929 (Tchéchoslovaquie)
Prof. Dr. J. Černý

The author discusses the origin of the idea of international collaboration in legislation relative to water rights and water supply administration, which came into being as a result of the resolution taken at the Basle and Barcelona meetings of the World Power Conference. Ten papers were submitted on the question which the author of the present paper deals with, in which it is shown that the activities of the World Power Conference in this connection come within the scope of the work of the League of Nations. Further to the request addressed, in accordance with the resolution taken at the 1929 meeting of the World Power Conference at Barcelona, to the National Committees of the forty-seven member-countries of the Conference, to submit to the expert opinion of the International Executive Council in London the proposals made by the author at Barcelona, it is proposed that the opinion be also extended to the proposals made in the other papers mentioned.

The author recommends that every National Committee appoint one or more reporters to get into touch with experts and permanent organisations occupied with problems of this nature and so promote more efficient international collaboration with a view to raising the scientific level of legislation on usufructs and water supply administration in all countries.

Trend of Development

Engineering has progressed rapidly since the commencement of the previous century in regard to the economics of water supply. This has resulted in a more and more intensive utilisation of water resources for various purposes, the improvement in the health of the community, in agriculture, power generation and navigation. Legislation and administration have been at pains to take into account new conditions and to protect and compensate the different and often contradictory interests affected by water development schemes. For this purpose governments have reserved to themselves in principle the right of disposal of water courses of importance to the general community and made the use of same by private persons subject to state approval. Interests are safeguarded by the conditions attached to such permits. The payment of a fee is required for permission for special utilisations in the interests of the taxpayers. In view of the diversity of legal regulations often arising when several states belong to the same water supply system efforts are being made to obviate the difficulties occurring in this connection by treaties. The cooperation of all parties including the state is desirable in raising the necessary funds for carrying out water supply schemes to the interest of the public or large consumers. This is often effected by coming to terms with the interested parties. Legal measures for compulsory collaboration are necessary.

Points for Discussion

1. Is it expedient that a fee be required by the state for permission to utilise its water resources ?
2. Should the state retain the right to utilise the water resources for purposes of power generation or should such rights be handed over to private enterprise ?
3. Are legal regulations desirable which enforce the payment of fees for the exploitation of water resources ?
4. How is it possible to assist the conclusion of treaties in the interests of the water industry ?

Rapport général

Questions juridiques relatives à l'utilisation des eaux

Président P. Schlegelberger et F. Wilke

Ce Rapport Général comprend les différents travaux suivants:

Rapport No. 359: Water-Power Regulations in the Dutch East Indies (Dutch East Indies)
V. F. van Katwijk

On a fixé des dispositions législatives concernant les eaux depuis 1838. Elles sont développées dans l'esprit du Code Civil. Leurs principes sont en fait les suivants: Tous les cours d'eau appartiennent au domaine public. Celui qui veut en tirer profit doit préalablement avoir l'autorisation de l'État; les indigènes n'ont besoin de ce consentement que pour des captations d'énergie, pas pour l'irrigation des champs de riz ou d'autres utilisations domestiques. Le monopole de la production de l'énergie appartient à l'État, sa distribution est confiée à des particuliers. Des personnes, ou des sociétés peuvent demander une concession si elles sont de nationalité hollandaise, ou habitants de la Hollande ou de l'Inde orientale, ou si elles ont leur domicile en Hollande ou dans les Indes hollandaises, et si elles parviennent à faire valoir leurs droits de propriétaires, d'exploitants héréditaires de domaines de la couronne, ou de tenants privés, industriels, ou à long terme. Les autorisations se divisent en deux groupes, d'après l'importance des installations: les permissions révocables et les concessions. Ces dernières s'étendent sur une période déterminée, en général 40 ans, mais il y en a aussi de 20, 30, 50 et 75 ans. Les autorisations révocables s'accordent à des exploitations qui servent à d'autres buts que la génération d'énergie, ou à la génération de puissances atteignant 100 CV; les concessions s'accordent aux installations de plus de 100 CV. Toutes les demandes d'autorisation doivent être introduites auprès du chef de district. Elles sont examinées par des commissions locales qu'il nomme. Les demandes d'autorisations révocables sont envoyées, avec le rapport de cette commission et l'approbation d'un technicien expert au directeur du Département des Travaux Publics, le cas échéant au directeur d'un bureau spécial pour l'exploitation hydraulique et l'électricité, après que les directeurs du Département de l'Intérieur ont donné leur avis. Les demandes de concessions sont envoyées, par l'intermédiaire du directeur du Département des Travaux Publics et du directeur du Bureau Spécial

pour l'exploitation hydraulique et l'électricité au Gouverneur Général, qui décide.

On accorde les autorisations, entr'autres, aux conditions suivantes. L'eau utilisée doit être rendue au cours d'eau. Elle ne peut être polluée. Elle doit rester utilisable pour l'irrigation et l'alimentation des hommes et des animaux. A l'expiration ou à la révocation de l'autorisation, l'état primitif dans lequel se trouvaient les choses doit être rétabli, s'il en est décidé ainsi. On ne peut commencer des travaux d'installation sur des terrains étrangers qu'après avoir acquis un droit sur eux. Le bénéficiaire de la concession n'a droit à aucun dédommagement, si par suite de travaux hydrauliques effectués par l'administration, ou par d'autres actes de l'administration, la force exploitable est diminuée. L'autorisation, lorsqu'elle est révocable, est automatiquement annulée, si le travail consenti n'est pas exécuté endéans un délai fixé, en cas de concession, si le concessionnaire n'a pas adhéré formellement aux conditions endéans l'année qui suit leur publication, ou aussi, si les installations approuvées restent pendant trois années consécutives sans fonctionner.

Pour obtenir l'autorisation, ou son prolongement ou le droit de la transmettre, il faut payer des droits. Ceux-ci s'élèvent à 200 florins pour des concessions, à 25 florins pour des autorisations révocables d'installations de production d'énergie, à 5 florins pour d'autres autorisations révocables. En cas de concession, il y a en outre un impôt pour l'utilisation de l'eau de 2 florins par CV pour une puissance de 100 à 1000 CV, de 1,5 florin pour une puissance de 1000 à 10000 CV., et de 1 gulden pour des puissances plus grandes. Ce sont là des maxima, mais ils sont généralement appliqués. L'État se réserve en outre le droit d'agrandir l'installation autorisée pour produire à ses frais de l'énergie pour ses besoins personnels. On peut aussi se faire accorder des droits de préférence sur des forces hydrauliques exploitables dans l'avenir.

Rapport No. 381: Aperçu sur les dispositions législatives concernant l'utilisation des forces hydrauliques en Argentine (Argentine)
Ing. Georges E. Wauters

Depuis 50 ans on a réglé législativement l'utilisation des forces hydrauliques en Argentine, d'une façon qui épuise le sujet. La législation ne fait aucune différence entre la transformation immédiate de l'énergie hydraulique en force motrice et sa transformation en électricité. Elle est appliquée principalement dans le droit privé et, par suite de la forme fédérale du gouvernement, elle a été sanctionnée par la législation fédérale. Elle satisfait aux exigences fixées dans les congrès internationaux, elle est différente pour les contrées sèches ou abondamment arrosées et tient compte des droits des propriétaires fonciers. Des arrêtés provinciaux la complètent en ce qui concerne les cas particuliers, p. ex lorsqu'il s'agit de chutes d'eau. Tous les cours d'eau appartiennent au domaine public, et sont soumis à l'autorité de l'État.

Seuls les cours d'eau qui ont leur source et leur embouchure dans les limites d'un domaine privé font exception. Ces derniers appartiennent au propriétaire qui peut en disposer à son gré. Mais ces exceptions deviennent de plus en plus rares à cause du morcellement des grandes propriétés. Tout le monde peut utiliser les cours d'eau, en se conformant aux prescriptions législatives. Les riverains n'ont pas de privilèges. Toute utilisation est soumise à autorisation. Celle-ci n'est accordée que pour une certaine période, et peut être révoquée pour cause d'utilité publique. La révocation ne donne pas droit à des dédommagements. L'autorisation est accordée par le gouvernement fédéral, ou, le plus souvent, par les gouverneurs des provinces. Il n'y a pas à proprement parler d'impôts sur l'utilisation de l'eau. Les bénéficiaires n'ont en général qu'à intervenir dans les frais, proportionnellement aux avantages qu'on leur accorde, d'une manière, adaptée dans les cas particuliers aux nécessités économiques.

La législation fédérale n'a pas encore réglé d'une façon valable pour tous les districts les questions relatives à la transmission et la distribution du courant électrique produit par les forces hydrauliques. Cela serait cependant désirable au plus haut point, car le placement de câbles sous les chaussées, et la distribution dans des régions éloignées d'une même centrale se heurtent à des difficultés, s'il faut tenir compte des dispositions législatives différentes en vigueur dans les États limitrophes.

Rapport No. 382: Études internationales et obligatoires d'hydraulique au point de vue économique (Argentine)
Ing. Charles Wauters

Les frontières qui ne coïncident pas avec la ligne de séparation des bassins hydrographiques sont souvent la cause d'une désorganisation des systèmes d'exploitation hydraulique. Cela se présente en particulier, quand des cours d'eau forment frontière, la notion de l'axe du fleuve n'étant pas encore définie. Les malentendus qui en résultent se sont produits en premier lieu pour la navigation. On a essayé de les supprimer par des ententes entre les États. Ces traités assurent en général la liberté de la navigation pour tout le monde et prévoient l'organisation de commissions internationales qui collaborent au mieux des intérêts du transport et des exploitations. Les traités ont encore contribué à aplanir d'autres difficultés concernant d'autres modes d'utilisation des parties d'un cours d'eau qui se trouvent dans divers pays. Ces ententes devront contenir des stipulations garantissant les intérêts des pays qui les concluent, p. ex. la possibilité de la construction de barrages dans la partie amont, l'exécution d'améliorations, la prévention d'inondations en aval. De pareils traités sont assez rares jusqu'à présent. Il serait désirable qu'ils fussent plus fréquents, en considération de l'utilisation toujours croissante de l'eau pour différents usages p. ex. agricoles, hygiéniques et industriels. Ceci est surtout le cas pour des pays très peuplés. De pareils traités leur permettent de mieux exploiter leurs ressources hydrauliques. Mais même des pays peu peuplés peuvent

en tirer des avantages. Les traités favorisent leur prospection et le développement de leurs sources naturelles de richesses. Aussi doit-on aplanir les difficultés politiques qui s'opposent à de pareils contrats. Les efforts que fait la Société des Nations pour convaincre les pays de leur communauté d'intérêts méritent d'être activement secondés. Aussi, l'auteur propose d'adopter la résolution suivante et de la faire soumettre à la prochaine Conférence de Droit Public par la Commission Exécutive: «Par esprit de solidarité scientifique, la Deuxième Conférence verrait avec satisfaction que, sur la demande d'une nation quelconque, ses voisins admettent sans objections la désignation de commissions techniques internationales mixtes pour l'étude du profit intégral des fleuves et rivières dont les eaux peuvent être utilisées en commun, comprenant tout son bassin hydrographique, si nécessaire.»

Rapport No. 412: Eine neue Organisation zur integralen Wassernutzung eines Flußgebietes (Spanien)
M. Lorenzo Pardo

Le barrage de l'Ebre près de Reinosa permet de maintenir un niveau d'eaux basses constant dans le cours moyen, et a une répercussion sur tout le régime hydraulique du fleuve. Il permet d'irriguer 100000 ha de terrains cultivés alors qu'il n'y en avait que 25000 avant sa construction. Il est la source d'énergie de trois sociétés d'électricité et leur assure une amélioration importante de fonctionnement de même que la création de nouvelles usines avec une augmentation de puissance. Il aurait été impossible de faire couvrir les frais de sa construction par l'un de ceux qui en bénéficient. L'État n'avait pas suffisamment d'intérêt à leur construction pour en supporter les frais. Ils ont été bâtis par la collaboration de l'État avec tous les groupes de bénéficiaires.

Jusqu'à présent, le Sègre, dans la région Urgel n'avait été utilisé que d'une façon peu efficace. Des installations d'irrigation surannées distribuaient ses eaux sur 69000 ha. Des centrales à Talarn et Camarasa développaient 108800 CV, avec les eaux d'un affluent. Une longue période de sécheresse rendait l'irrigation insuffisante. Les usines électriques dépendaient des intérêts agricoles et ne pouvaient par suite utiliser complètement leurs installations, conformément à leur importance et à leur grandeur.

La collaboration de l'État, des intéressés agricoles et industriels, a permis d'aménager un bassin compensateur, et quelques autres barrages, de même que des canaux d'irrigation d'où résulte une amélioration et une extension de leur utilisation.

Ces exemples justifient la collaboration de tous ceux qui y ont intérêt, lorsqu'il s'agit de projeter et de soutenir financièrement les constructions fluviales qui servent à différents intérêts tant publics que privés, et les prescriptions législatives qui peuvent obliger les parties en question à s'unir pour cette collaboration. Cette obligation doit s'étendre sur l'État, les personnes qui bénéficieront immédiatement de l'installation projetée et celles qui peuvent en retirer des avantages par des travaux qu'elles exécuteront elles-mêmes ultérieurement.

Rapport No. 374: Aperçu de l'activité qui résulte des Conférences Mondiales de l'Énergie tenues à Bâle en 1926 et à Barcelone en 1929 (Tchécoslovaquie)
Prof. Dr. J. Černý

L'auteur expose l'origine de l'idée d'une collaboration internationale dans le domaine de la législation fluviale et de l'administration des eaux, laquelle a été fondée par les résolutions des Conférences Mondiales de l'Énergie à Bâle et à Barcelone. A cet effet il se réfère à 10 ouvrages que l'auteur a consacrés à ce sujet et il explique que l'activité de la Conférence Mondiale de l'Énergie dans ce domaine tombe dans le cadre de celle de la Société des Nations. Pour compléter l'invitation que la résolution de la Conférence Mondiale de l'Energie à Barcelone, en 1929 a fait envoyer aux Comités Nationaux des 47 États participants, de faire parvenir au Conseil Exécutif International de Londres une approbation des propositions faites par l'auteur à Barcelone, celui-ci propose d'étendre cette approbation aussi aux autres ouvrages mentionnés dans le rapport. Il conseille de choisir près de chaque Comité National un ou plusieurs rapporteurs qui amorcent des relations avec les spécialistes et les organisations permanentes s'occupant des mêmes problèmes, afin de réaliser une collaboration internationale pour élever le niveau de la législation fluviale et de l'administration des eaux dans les divers pays.

Développement

La technique a fait des progrès considérables, depuis le début du siècle passé, aussi dans le domaine de l'utilisation des eaux. Ceci a permis une utilisation plus efficace des ressources hydrauliques dans les buts les plus différents: l'hygiène publique, l'agriculture, la production d'énergie et la navigation. La législation et l'administration se sont efforcées de tenir compte des conditions nouvelles, et de garantir et de compenser les différents intérêts en jeu dans l'utilisation de l'eau. A cet effet les États se sont réservés le droit de disposer des cours d'eau qui sont importants au point de vue de l'utilité publique et ont soumis leur utilisation par des particuliers à une autorisation administrative préalable. Les intérêts qu'il s'agit de protéger sont garantis par ces dispositions. Dans l'intérêt du bien général des contribuables, on exige parfois aussi un impôt pour la concession d'exploitations diverses. On essaye d'aplanir par des traités les difficultés qui naissent de la diversité des législations des divers pays auxquels appartient un même système économique au point de vue hydraulique. Il est désirable que les États et les particuliers collaborent pour fixer les dispositions les plus favorables à la généralité ou à des groupes importants de bénéficiaires. En plusieurs cas cela a été rendu possible par l'entente entre les intéressés. Des mesures législatives pour rendre cette collaboration obligatoire s'imposent.

Propositions de discussion

1. Est-il désirable que l'État prélève un impôt sur l'exploitation particulière d'une de ses ressources hydrauliques?

2. La captation de l'énergie hydraulique sera-t-elle réservée à l'État ou confiée à l'initiative privée ?

3. Est-il désirable d'édicter des mesures législatives obligeant les intéressés à supporter en commun les frais d'exploitation des ressources hydrauliques.

4. Comment favoriser la conclusion de traités entre États, dans l'intérêt de l'utilisation des ressources hydrauliques ?

